



УДК 574.583, 574.587

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООПЛАНКТОННЫХ И ЗООБЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ И КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. НЕРЧА В УСЛОВИЯХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

С.М. Казыкина\* и Е.Х. Зыкова

*Забайкальский государственный университет, ул. Александрo-Заводская, 30, 672039, г. Чита, Россия;  
e-mail: Rumkazsv@mail.ru; evgenia.zykova@mail.ru*

### РЕЗЮМЕ

Изучение видового разнообразия зоопланктонных и зообентосных сообществ проводилось по длине р. Нерча в средней и нижней части водотока. Река Нерча расположена в Забайкальском крае, принадлежит Верхне-Амурскому бассейну и является притоком второго порядка р. Амур. В планктофауне р. Нерча обнаружено 42 вида беспозвоночных, относящихся к 27 родам, 15 семействам, 7 отрядам и 4 классам. В планктофауне наибольшим видовым разнообразием отличались коловратки – 24 вида и подвида. Ветвистоусые ракообразные представлены 16 видами, меньше всего отмечено веслоногих ракообразных – 2 вида. В бентофауне было обнаружено 133 таксона разного систематического уровня, принадлежащих к 6 классам: Nematoda, Arachnidae, Clitellata, Insecta, Gastropoda, Bivalvia. Общее число таксонов распределилось среди 35 семейств, 52 родов, 65 видов. Доминирующими группами бентофауны являлись представители амфибиотических насекомых. Численность зоопланктеров колебалась от 0.02 до 1.53 тыс. экз/м<sup>3</sup>, бентосных организмов – от 0.12 до 6.3 тыс. экз/м<sup>2</sup>. Биомасса зоопланктона изменялась от 0.10 до 40.00 мг/м<sup>3</sup>, зообентоса – от 0.003 до 28.46 г/м<sup>2</sup>. Число видов зоопланктеров в пробах варьировало от 2 до 22, представителей бентофауны – от 4 до 39. Индекс видового разнообразия зоопланктона изменялся от 0.5 до 4.2 бит/экз, зообентоса – от 1.04 до 4.47 бит/экз. Большинство отмеченных видов пелагической и донной фауны относятся к широкораспространенным, а также к голарктическому и палеарктическому типу распространения. Качество воды характеризовалось преимущественно II и III классами, чистые – умеренно-загрязненные воды соответственно.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, зообентос, зоопланктон, качество воды, таксоны

## QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS COMMUNITIES AND WATER QUALITY IN THE NERCHA RIVER IN THE CONDITIONS OF TRANSBAIKAL REGION

S.M. Kazykina\* and E.H. Zykova

*Transbaikal State University, Alexandro-Zavodskaya Str, 30, 672039, Chita, Russia; e-mail: Rumkazsv@mail.ru;  
evgenia.zykova@mail.ru*

### ABSTRACT

Studies on species diversity of zooplankton and zoobenthos communities were carried out at the Nercha River at the middle and lower parts of its waterway. The Nercha River located in Transbaikal region, belongs to the upper Amur basin. The Nercha River is second order tributary of the Amur river. In plankton community we had found 42 species of invertebrates belonging to 27 genera, 15 families, 7 orders and 4 classes. In plankton rotifers were charac-

\*Автор-корреспондент/ Corresponding author

terized by the highest species diversity and presented by 24 species and subspecies. Cladoceras were presented by 16 species and copepods – by 2 species. In benthic community we had found 133 taxa of different systematic level belonging to 6 classes: Nematoda, Arachnidae, Clitellata, Insecta, Gastropoda, Bivalvia. The total number of taxa were distributed among 35 families, 52 genera, 65 species. Amphibiotic insects were dominating group in benthos. Abundance of zooplankton ranged from 0.02 to 1.53 thousands ind/m<sup>2</sup>. Benthic organisms abundance ranged from 0.12 to 6.30 thousands ind/m<sup>3</sup>. Zooplankton biomass varied from 0.01 to 40 mg/m<sup>3</sup>. Biomass of zoobenthos varied from 0.003 to 28.46 g/m<sup>2</sup>. Number of species of zooplankton in samples varied from 2 to 22. Number of benthic species in samples varied from 4 to 39. The index of zooplankton species diversity varied from 0.5 to 4.2 bit/ind, zoobenthos – from 1.04 to 4.47 bit/ind. Majority of recorded pelagic and benthic species belong to widespread holarctic and palearctic types of distribution. The water quality was characterized mainly by II and III classes: pure – the moderate polluted waters respectively.

**Key words:** biodiversity, zoobenthos, zooplankton, water quality, taxa

## ВВЕДЕНИЕ

Оценка качества среды является основной задачей любых мероприятий в области экологии и рационального природопользования. Комплексный подход в проведении биологического мониторинга при систематическом наблюдении позволяет судить о перспективах изменения структуры сообществ, продуктивности популяций и устойчивости экосистем по отношению к антропогенным факторам (Шитиков и др. [Shitikov et al.] 2003). Донный грунт и водная толща связаны между собой цепочкой условий; изменение одного компонента может привести к изменению другого, что в результате повлияет на кормовую базу ихтиофауны, изменит экологическое состояние биоты и скажется на самоочищающей способности водотока, поэтому наблюдения за структурными и функциональными характеристиками водных зооценозов в настоящее время являются актуальными.

Для определения степени экологического благополучия водотока необходима гидробиологическая информация, имеющая региональный характер и отражающая особенности конкретной территории. Изучение фаунистического состава водных беспозвоночных водных объектов Забайкальского края необходимо для выяснения экологических условий формирования биоценозов и обитания отдельных видов водных организмов для средневысотной гористой местности региона.

Забайкальский край занимает территорию 431.9 тыс. км<sup>2</sup> и занимает Центрально-Азиатский водораздел, разделяющий водосборные бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов.

Реки края относятся к трем крупным водным бассейнам: озера Байкал, рек Верхнего Амура и Лены (Гениатулин [Geniatylin] 2004). Наиболее крупными реками являются Аргунь, Шилка, Онон, Ингода, Нерча, Амазар, Чикой, Хилок, Витим, Калар, Чара. Режим рек в целом отражает климатические условия. Особенности климата выражены в холодной продолжительной и малоснежной зиме, в теплом и засушливом лете. Средняя годовая температура отрицательная. Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха составляет 42–52 °С. Продолжительность вегетационного периода – 120–150 дней.

Река Нерча принадлежит к Верхне-Амурскому бассейну и является притоком второго порядка р. Амур (Рис. 1). Река берёт начало на склонах г. Чернышева, течёт в широкой долине, в средневысотной гористой местности. Длина реки составляет 580 км, площадь бассейна – 27500 км<sup>2</sup>, расход воды – 90 м<sup>3</sup>/с. Основным источником питания р. Нерча являются атмосферные осадки и подземные воды. Доля дождевого стока составляет 50–70% от общего годового стока. На снеговое питание приходится 10–20%, на подземное – 10–30%. На реке наблюдаются паводки, при этом вода поднимается на 2–3 м. Река замерзает в октябре, перемерзает в низовьях с января до апреля; вскрывается в конце апреля – начале мая. Река относится к рыбохозяйственной первой категории (Гениатулин [Geniatylin] 2004). В хозяйственном отношении район исследования мало освоен. Почти на всем своем протяжении р. Нерча протекает среди безлюдной горно-таёжной местности, лишь в среднем течении и низовьях реки встречаются населенные пункты: Зюльзя, Олинск, Кангил, Знаменка, Беломестново, Правые и

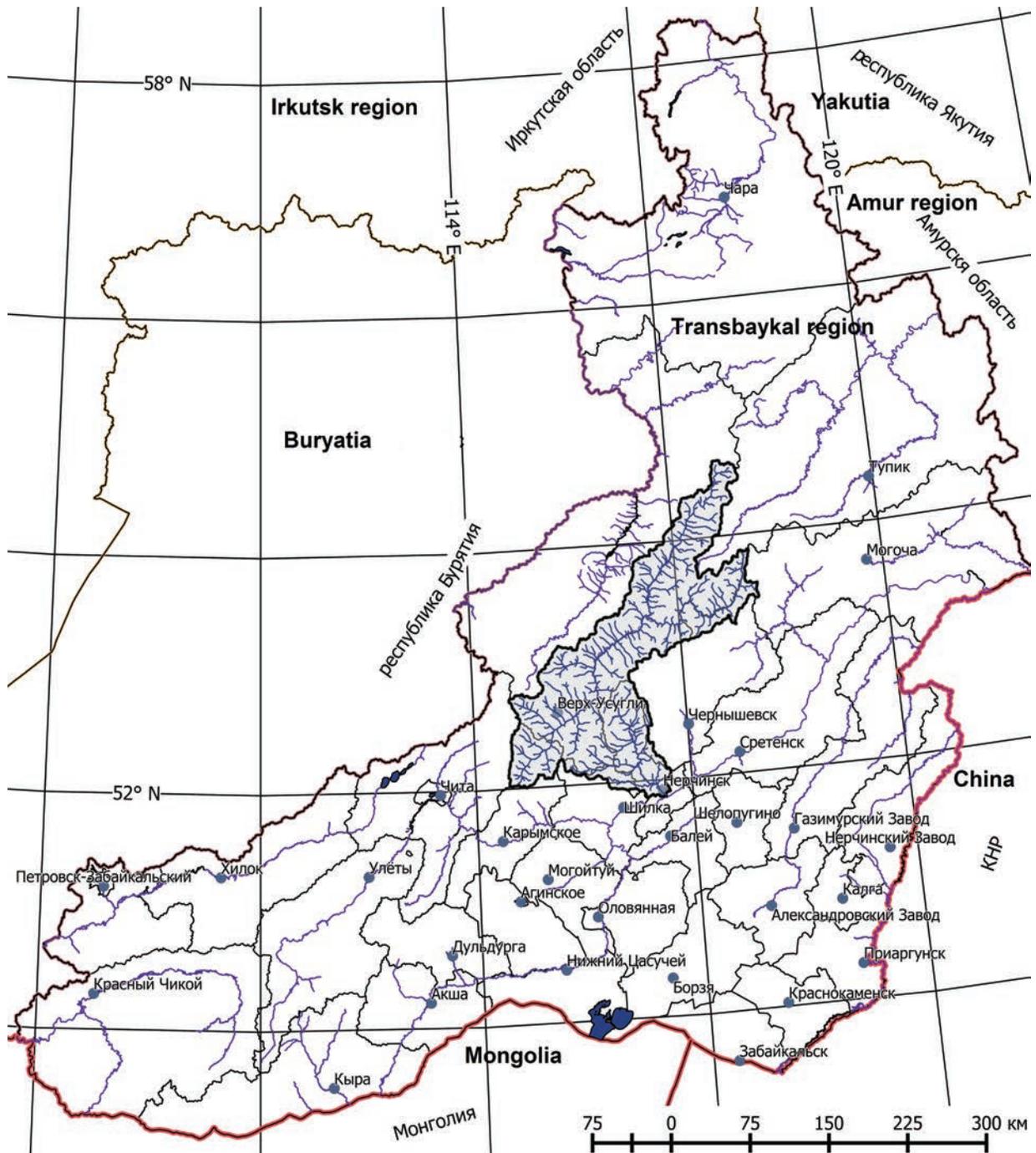


Рис. 1. Карта-схема расположения бассейна р. Нерча в Забайкальском крае.

Fig. 1. Map of Nercha River basin in Transbaikal Region.

Левые Кумаки, Нерчинск. В р. Нерча впадает много притоков (Притоки р. Нерча... [The Nercha tributaries...]). Все притоки верховьев Амура являются местами миграции для нереста лососевых рыб (Леванидов [Levanidov] 1969, Гениатулин [Geniatylin] 2004). В частности, в р. Нерча отмечено семейство тайменевых (Горлачев [Gorlachev] 2010). Основная антропогенная деятельность заключается в использовании территории для сельского хозяйства и работ горнодобывающей промышленности, а именно – локальной добычи золота в притоках р. Нерча.

Одной из стратегических целей экологической политики Российской Федерации является сохранение природных экосистем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций (Основы...[Public Policy...] 2012). Водная экосистема обладает эволюционно обусловленным уникальным комплексом связей между отдельными компонентами и специфическим адаптационным потенциалом к возможным опасным воздействиям. Эти свойства экосистемы выработаны со временем при помощи сопротивляемости живых организмов к воздействию загрязняющих веществ. Для живых организмов и их сообществ свойственна способность к саморегуляции, самоочищению, адаптации. Соотношение численности видов, их многообразие, свойства организмов и многие другие факторы влияют на устойчивость водной экосистемы (Мелехова [Melekhova] 2008). Способом установления пределов толерантности экосистемы по отношению к любым экологическим и ксенобиотическим факторам может быть наблюдение за этой экосистемой. При этом один из факторов может временно или постоянно доминировать. В связи с этим для получения новых знаний о состоянии водных объектов и решения актуальных проблем их загрязнения проводятся комплексные оценки.

Цель данной работы состояла в изучении количественных и качественных показателей зоопланктонных и зообентосных сообществ и определении качества воды р. Нерча. Полученные данные позволят пополнить список видового разнообразия планктофауны и бентофауны Верхне-Амурского бассейна, а также использовать данный водоток в качестве эталонного для биологической оценки качества воды в условиях Забайкальского края.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа структурных и количественных характеристик, а также оценки состояния качества воды использовали полевые сборы зоопланктонных и зообентосных организмов р. Нерча. В гидробиологическом отношении р. Нерча изучалась эпизодически. Ее упоминание отмечается при рассмотрении Верхне-Амурского бассейна в комплексе с более крупными реками, такими как Онон, Шилка. Наиболее ранние сведения приводятся в Трудах Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. (Боруцкий и др. [Borutsky et al.] 1958), позднее упоминание отмечено в работах лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН М.Ц. Итигиловой, О.К. Клишко, П.В. Матафонова, Е.Ю. Афоной (Итигилова и др., [Itigilova et al.] 2006; Афонова и Итигилова [Afonina and Itigilova] 2012).

Гидробиологические пробы были отобраны на 8 станциях в вегетационные периоды 2010–2011 гг.: 500 м выше и 500 м ниже с. Зюльзя, 500 м ниже с. Олинск, 500 м выше и 500 м ниже с. Знаменка, 500 м ниже с. Левые Кумаки, 500 м выше и 500 м ниже г. Нерчинск (Рис. 2). Обследованные участки реки представляют собой неглубокие участки с преимущественно каменистым, каменисто-галечным грунтами заполненными песком, реже растительностью и илом. Глубина отбора проб изменялась от 0.1 до 0.6 м, скорость течения от 0.02 до 0.63 м/с, температура воды от 11 до 22 °С.

Пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 100 л воды из поверхностного горизонта через сеть Апштейна (размер ячеек 0.064 мм) в трех повторностях на каждой станции наблюдения (Винберг и Лаврентьева [Vinberg and Lavrentieva] 1984a).

Количественные пробы донных беспозвоночных отбирали на каменистом грунте стандартным бентометром Леванидова с площадью захвата 0.16 м<sup>2</sup> в шести повторностях. На песчаном и илистых грунтах пробы отбирали с помощью дночерпателя Петерсена с площадью захвата 0.025 м<sup>2</sup> в пяти повторностях. Также использовали метод Шредера-Жади́на путем сбора организмов с камней и учета их площади. Для качественных проб сбор донных организмов производился вручную с прибрежных камней и растительности по методу Шредера-Жади́на без учета площади (Жади́н [Zhadin] 1960, (Винберг

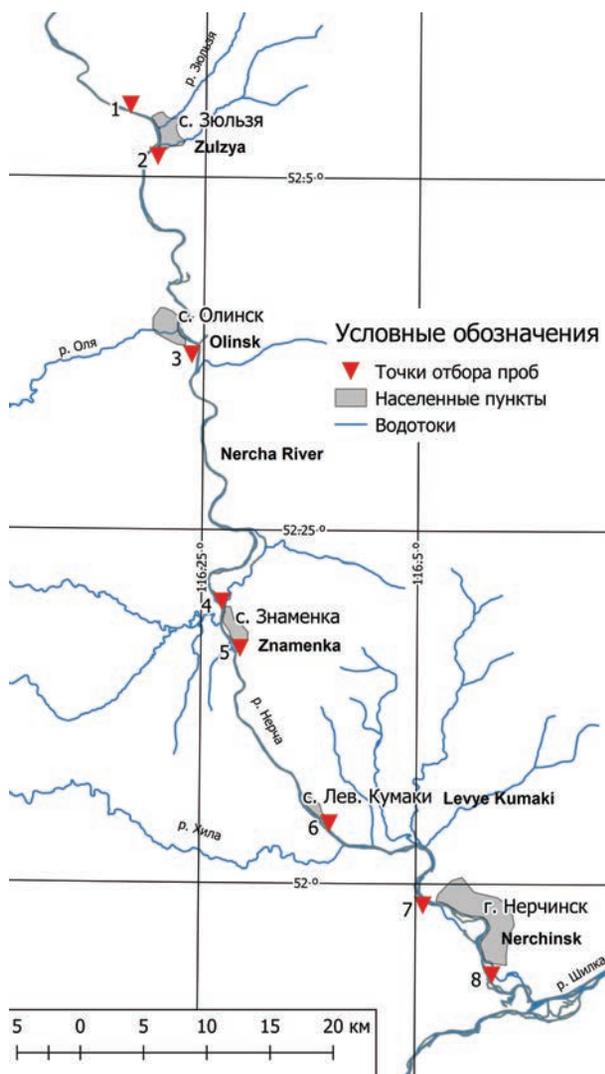


Рис. 2. Карта-схема расположения станций отбора проб на р. Нерча.

Fig. 2. Map of sampling sites in Nercha River. Triangles – sampling sites, gray areas – settlements, blue lines – watercourses.

и Лаврентьева [Vinberg and Lavrentieva] 1984b), Березина [Berezina] 1989).

Для количественной оценки сообществ зоопланктона и зообентоса каждой станции отбора проб использовали следующие показатели: видовой состав, число видов, индекс видового разнообразия Шеннона (бит/экз.) (Абакумов [Abakumov] 1992), численность (тыс. экз./м<sup>3</sup>, тыс. экз./м<sup>2</sup>), биомасса (мг/м<sup>3</sup>, г/м<sup>2</sup>). Для оценки качества воды по зоопланктону использовали индекс сапробности Пантле и Букка в модификации

Сладечека (Унифицированные методы... [Unified methods ...] 1977, 1983, Абакумов [Abakumov] 1983), по зообентосу – хирономидный индекс Балужкиной (Балужкина [Balushkina] 1976) и преобразованный комбинированный интегральный индекс экологического состояния сообществ по биологическим показателям, учитывающий такие параметры, как численность, биомасса, число видов в сообществе, видовое разнообразие Шеннона, биотический индекс Вудивисса и олигохетный индекс (Баканов [Bakanov] 1997, 1999, Розенберг [Rosenberg] 2005).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В планктофауне р. Нерча за период наблюдений идентифицированы 42 вида беспозвоночных, относящихся к 27 родам, 15 семействам, 7 отрядам и 4 классам (Зыкова [Zykova] 2012). Наиболее многочисленной группой являются коловратки – 24 вида и подвида (57% от общего числа видов). Ветвистоусые ракообразные представлены 16 видами (38%), меньше всего отмечено веслоногих ракообразных – 2 вида (5%). Наибольшим таксономическим разнообразием отличаются следующие роды: *Euchlanis* – 5 видов и вариантов, *Alona* – 4, *Trichocerca* – 3 (Зыкова [Zykova] 2014).

В бентофауне р. Нерча за период исследований было обнаружено 133 таксона разного систематического уровня, принадлежащих к 6 классам: Nematoda, Arachnidae, Clitellata, Insecta, Gastropoda, Bivalvia. Общее число таксонов распределилось среди 35 семейств, 52 родов, 65 видов (Беломестнова и Казыкина [Belomestnova and Kazykina] 2013).

Доминирующее положение занимают амфибиотические насекомые (118 таксонов). Наибольшим видовым разнообразием отмечался отряд поденок (46 таксонов), отряд ручейников (30 таксонов) и семейство хирономид (32 таксона).

На каждом участке основу сообщества бентофауны составляли поденки родов *Baetis*, *Ecdyonurus*, *Ephemera*, *Ephemerella*; хирономиды родов *Cladotanytarsus*, *Cricotopus*, *Synorthocladus* и ручейники различных семейств.

В 2010 г. в зоопланктоне реки обнаружены 34 таксона рангом ниже рода. По количеству видов преобладали Rotifera – 21 вид, Cladocera были представлены 11 видами, Copepoda – 2. Наибольшим количеством видов и подвигов

среди коловраток были представлены семейства Brachionidae (6), Trichocercidae (3), Euchlanidae (3), среди низших ракообразных – это семейства Chydoridae (6 видов), Daphniidae (3). Основу планктофауны составляли широко распространенные фитофильные и эвритопные виды (47 и 33%), встречались планктонные (14%) и бентические (6%) виды.

Численность зоопланктеров колебалась от 0.034 до 1.050 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Доминирующие по численности виды – коловратки отряда Bdelloida, *Euchlanis dilatata*, ювенильные и копеподитные стадии *Cyclops vicinus* и *Paracyclops fimbriatus*. Биомасса изменялась от 0.1 до 16 мг/м<sup>3</sup>. Число видов в пробах варьировало от 3 до 22. Индекс видового разнообразия зоопланктона изменялся от 0.9 до 4.2 бит/экз. Высокое видовое разнообразие наблюдалось на станции 500 м выше с. Знаменка. Минимальное видовое разнообразие отмечено на станции 500 м ниже с. Олинск и 500 м выше г. Нерчинск.

Значение индекса сапробности по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека для зоопланктона колебалось от 1.26 до 1.67 (Зыкова и Ильина [Zykova and Ilyina] 2013b). На станциях наблюдения ниже сел Зюльзя, Олинск, Знаменка, Левые Кумаки, выше и ниже г. Нерчинск воды относились к  $\alpha$ -мезосапробной зоне, что соответствует II классу качества воды. На станциях выше с. Зюльзя и выше с. Знаменка воды относились к  $\beta$ -олигосапробным, оценивались III классом качества (Табл. 1).

В бентофауне обнаружены 109 таксонов разного систематического уровня (Казыкина и Зыкова [Kazykina and Zykova] 2015). Среди амфибионтов в исследуемых пробах наибольшим видовым разнообразием отмечался отряд поденок с преобладанием семейств Heptageniidae, Ephemerellidae, Baetidae. Второй многочисленной группой отмечен отряд двукрылых семейства Chironomidae, представленный таксонами в основном родов *Cladotanytarsus* и *Cricotopus*. Также многочисленной группой был отряд ручейников, где преобладали таксоны семейств Leptoceridae и Glossosomatidae. Менее разнообразным был отряд веснянок.

Численность зообентоса за вегетационный период варьировала от 0.120–0.399 тыс. экз./м<sup>2</sup> до 1.010–1.303 тыс. экз./м<sup>2</sup>. По численности преобладающими группами являлись хирономиды и по-

денки. Биомасса колебалась от 0.003–0.03 г/м<sup>2</sup> до 1.31 г/м<sup>2</sup>. Наибольший вес в большинстве случаев давали хирономиды, поденки и ручейники. Было отмечено, что наибольшая численность (1.303 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (1.31 г/м<sup>2</sup>) наблюдались на плесах со значительным спадом на перекатах – 0.120 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 0.003 г/м<sup>2</sup> соответственно.

Индекс видового разнообразия изменялся от 1.04–2.46 бит/экз. до 3.69–4.17 бит/экз. Увеличение видового разнообразия отмечалось на станциях ниже населенных пунктов и по мере продвижения вниз по течению. Наименьший индекс видового разнообразия отмечался в начале вегетационного периода эпизодически на станции 500 м выше с. Зюльзя. В основном наблюдались незначительные расхождения индекса Шеннона, что указывает на устойчивое состояние водного биоценоза. Проведенные исследования показали обилие хирономид на всех станциях отбора проб в течение всего вегетационного периода. Субдоминантными организмами по видовому разнообразию были отмечены отряды поденок и ручейников.

Оценка качества воды по хиномидному индексу Балашкиной показала, что класс качества изменялся от II до IV класса (чистые – умеренно-загрязненные – загрязненные воды) (Казыкина и др. [Kazykina et al.] 2015). В июне почти на всех станциях качество оценивалось III классом, IV класс отмечали на станциях 500 м ниже с. Зюльзя и 500 м ниже г. Нерчинск. В остальные периоды на всех станциях отмечали II класс качества. Анализ комбинированного интегрального индекса экологического состояния донного сообщества показал, что воды р. Нерча за весь период исследований оценивались II классом качества (Табл. 2).

В 2011 г. в р. Нерча встретилось 25 видов зоопланктона (Зыкова и Ильина [Zykova and Ilyina] 2013a). Из них – 12 видов ротифера, 12 видов кладоцера и младшевозрастные стадии циклопид. Количество видов по сравнению с предыдущим годом сократилось за счет уменьшения видов коловраток. Наибольшим количеством видов в сообществе представлены семейства Chydoridae (11 видов), Euchlanidae (3). Так же, как и в предыдущий вегетационный период, преобладали фитофильные (36%) и эвритопные (26%) виды-космополиты, но уже не встретились планктонные виды. Видами-доминантами являлись *Alona costata*, науплиальные и первые копеподитные

**Таблица 1.** Количественные характеристики зоопланктона р. Нерча.  
**Table 1.** Quantitative characteristics of zooplankton and water quality in the Nercha river.

Характеристики зоопланктона Characteristics of zooplankton	Станции / Sites							
	500 м выше с. Зюльзя 500 m above village Zulzya	500 м ниже с. Зюльзя 500 m below village Zulzya	500 м выше с. Знаменка 500 m above village Znamenka	500 м ниже с. Знаменка 500 m below village Znamenka	500 м ниже с. Левые Кумаки 500 m below village Levye Kumaki	500 м ниже г. Нерчинск 500 m below city Nerchinsk		
Количество видов Number of species	6-7	5-6	7-9	10-22	8-11	5-7	4-6	3-4
Численность, тыс.экз/м <sup>3</sup> Abundance, thousand ind/m <sup>3</sup>	0.094-0.099	0.038-0.043	0.283-0.310	0.390-1.050	0.086-0.112	0.096-0.143	0.170-0.266	0.034-0.052
Биомасса, мг/м <sup>3</sup> Biomass, mg/m <sup>3</sup>	0.8-1.2	0.7-1.1	5.5-6.2	9.0-16.0	3.0-4.0	0.1-2.0	0.2-1.2	0.1-0.16
Индекс Шеннона-Вивера, бит/экз Shannon-Weaver Index, bit/ind	2.2-2.4	2.2-2.4	1.0-1.2	1.2-4.2	1.8-3.2	1.6-2.3	0.9-1.8	1.9-2.2
Индекс сапробности Saprobity index	1.53-1.55	1.39-1.42	1.40	1.51-1.67	1.4-1.26	1.41-1.50	1.37-1.40	1.48-1.50
Класс качества воды Class of the water quality	III	II	II	III	II	II	II	II
Количество видов Number of species	2-7	4-7	-	5-6	5-9	-	9-15	3-9
Численность, тыс.экз/м <sup>3</sup> Abundance, thousand ind/m <sup>3</sup>	0.020-0.110	0.040-0.080	-	1.130-1.530	0.230-0.360	-	0.250-0.680	0.040-0.410
Биомасса, мг/м <sup>3</sup> Biomass, mg/m <sup>3</sup>	3.4-40	1-3	-	10-23	6.53-7.23	-	5-28	3.8-4.5
Индекс Шеннона-Вивера, бит/экз Shannon-Weaver Index, bit/ind	1-2.8	1.89-2.32	-	0.5-0.52	1.91-3.32	-	2.9-3.8	1.5-2.7
Индекс сапробности Saprobity index	1.25-1.4	1.4-1.6	-	1.47-1.6	1.51-1.6	-	1.4-1.6	1.4-1.54
Класс качества воды Class of the water quality	II	II-III	-	II-III	III	-	II-III	II-III

*Примечание:* «→» – отсутствие данных

*Note:* «→» – no data

станции циклопид, *Ch. sphaericus*, *E. dilatata*, *A. rectangularis*.

Число видов в пробах изменялось от 2 до 15. Численность зоопланктона колебалась от 0.020 до 1.530 тыс. экз./м<sup>3</sup> (Зыкова и Ильина [Zykova and Ilyina] 2013a). Наибольшая численность зарегистрирована на станции 500 м выше с. Знаменка, минимальная – на станции 500 м ниже с. Зюльзя. Биомасса изменялась от 1.00 до 40 мг/м<sup>3</sup>. Индекс Шеннона колебался от 0.5 до 3.8 бит/экз. Максимальное его значение наблюдалось на станции 500 м выше г. Нерчинск. Снижение видового разнообразия зоопланктона по сравнению с другими станциями наблюдалось на станции 500 м выше с. Знаменка (Табл. 1).

Значение индекса сапробности по зоопланктону варьировало от 1.25 до 1.6. На станциях ниже с. Знаменка и ниже г. Нерчинск воды относились к  $\beta$ -олигосапробным, что соответствует III классу. На всех остальных станциях воды соответствовали  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробной зоне (II класс).

В донной фауне р. Нерча были обнаружены 63 таксона разного систематического уровня (Казыкина и Зыкова [Kazykina and Zyкова] 2015). Самой многочисленной группой были организмы класса Insecta, среди которого отмечены отряды Plecoptera, Trichoptera, Arachnida, Odonata, Ephemeroptera, Diptera. Наибольшим видовым разнообразием характеризовался отряд поденок, с преобладанием таксонов из семейств Neptageniidae, Ephemeridae, Ephemerellidae. Второй многочисленной группой был отряд двукрылых семейства Chironomidae, с преобладанием таксонов из родов *Cricotopus* и *Cladotanytarsus*. Отряд ручейников был третьим по видовому разнообразию, с преобладанием таксонов семейства Hydropsychidae.

Численность зообентоса за данный период изменялась от 0.200–0.560 тыс. экз./м<sup>2</sup> до 5.014–6.297 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В целом по численности преобладающими формами являлись хирономиды, второй группой отмечены поденки. Биомасса колебалась от 0.02–0.09 г/м<sup>2</sup> до 17.13–28.46 г/м<sup>2</sup>. Было отмечено, что на всех станциях отбора проб наибольший вес давали поденки и хирономиды. Наибольшие показатели численности и биомассы так же как и в 2010 г., были отмечены на плесах (по сравнению с перекатами).

Индекс видового разнообразия изменялся от 1.52–2.06 бит/экз. до 3.91–4.47 бит/экз.

Увеличение индекса видового разнообразия стабильно отмечалось ниже населенных пунктов. Доминирующими формами являлись поденки и хирономиды. Субдоминантными организмами по видовому разнообразию были веснянки и ручейники.

Качество воды по хирономидному индексу Балушкиной изменялось от II до III класса (чистые – умеренно-загрязненные воды) (Казыкина и др. [Kazykina et al.] 2015). Третьим классом качества характеризовались воды в начале июня на станциях 500 м ниже с. Зюльзя и в августе – 500 м выше и ниже г. Нерчинск. В целом на всех остальных станциях отмечался II класс качества. Комбинированный интегральный индекс экологического состояния бентофауны показал, что воды р. Нерча оценивались II, III и IV классами качества. В августе воды в основном оценивались III классом качества, IV класс отмечался в конце августа ниже населенных пунктов Зюльзя, Знаменка и Нерчинск (Табл. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Повышение численности, биомассы, индекса видового разнообразия зоопланктона в 2010 г. отмечалось на станции выше с. Знаменка. Вероятно, это объясняется поступлением биогенных веществ с водосбора, поскольку на этой территории расположены животноводческие сельскохозяйственные кооперативы. В целом численность и биомасса зоопланктона невелики, что характерно для зоопланктона рек. На данных станциях развиваются  $\beta$ -сапробные виды, показатели умеренного органического загрязнения воды – *Cyclops vicinus*, *Chydorus sphaericus*, *Filinia longiseta*, *Brachionus urceus*, *Platytias quadricornis*, и виды с широкой экологической валентностью. Видовое разнообразие снижалось ниже с. Олинск, где также развивались  $\beta$ -сапробные и  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробные виды.

В 2011 г. на станции 500 м выше с. Знаменка напротив наблюдалось снижение видового разнообразия по сравнению с другими станциями.

По индексу сапробности Пантле и Букка ухудшение качества воды до III класса отмечается в зонах влияния животноводческих ферм – выше с. Зюльзя, выше и ниже с. Знаменка, ниже районного центра г. Нерчинск.

За период исследований 2010–2011 гг. в донной фауне р. Нерча отмечалось снижение видо-

Таблица 2. Количественные характеристики зообентоса и качество воды р. Нерча.  
Table 2. Quantitative characteristics of zoobenthos and water quality in the Nercha river.

Характеристики зообентоса Characteristics of zoobenthos	Станции / Sites							
	500 м выше с. Зюльзя 500 m above village Zulzya	500 м ниже с. Зюльзя 500 m below village Zulzya	500 м выше с. Знаменка 500 m above village Znamenka	500 м ниже с. Олинск 500 m below village Olinsk	500 м выше с. Знаменка 500 m above village Znamenka	500 м ниже с. Левые Кумаки 500 m below village Levye Kumaki	500 м выше г. Нерчинск 500 m above city Nerchinsk	500 м ниже г. Нерчинск 500 m below city Nerchinsk
Количество видов Number of species	16–18	10–13	5–18	11–30	10–13	10–13	9–14	11–23
Численность, тыс.экз/м <sup>2</sup> Abundance, thousand ind./m <sup>2</sup>	0.60–0.61	0.40–0.43	0.52–0.72	0.98–1.01	0.40–1.31	0.45–1.31	0.12–1.18	0.66–0.80
Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	0.003–0.004	0.04–0.05	0.18–0.33	0.03–0.23	0.08–0.44	0.20–1.31	0.05–0.85	0.07–0.30
Индекс Шеннона-Вивера, бит/экз Shannon-Weaver Index, bit/ind	1.04–1.52	2.06–2.99	3.12–3.69	2.46–2.67	2.61–3.21	2.87–4.17	2.56–3.16	3.13–3.75
Качество воды по хирономидному индексу Балушкиной Water quality on Chironomidae index of Balushkina	III	IV	II–III	II–III	II–III	II–III	II–III	II–IV
Качество воды по комбинированному интегральному индексу экологического состояния сообществ по биологическим показателям Water quality on the Combined Integral Index	1.83–2.02	2.00–2.12	3.00–3.25	2.63	2.38–2.88	2.63–3.25	2.57–2.75	2.63
Количество видов Number of species	6–24	6–39	4–12	–	12–27	–	6–14	9–17
Численность, тыс.экз/м <sup>2</sup> Abundance, thousand ind./m <sup>2</sup>	0.50–6.30	0.56–4.82	0.20–4.65	–	0.82–4.35	–	0.56–5.02	0.69–4.82
Биомасса, г/м <sup>2</sup> Biomass, g/m <sup>2</sup>	0.07–4.97	0.09–4.97	0.49–1.33	–	0.02–7.58	–	0.23–28.46	0.19–4.97

Индекс Шеннона-Вивера, бит/экз Shannon-Weaver Index, bit/ind	2.06–3.36	2.61–4.47	–	1.52–3.05	2.97–3.91	–	2.54–3.07	2.74–3.21
Качество воды по хирономидному индексу Хирономидный индекс Chironomidae index	0.41–0.54	0.48–1.10	–	0.63–1.08	0.25–0.97	–	0.62–1.31	0.32–2.2
Качество воды по Балужкиной Water quality on Chironomidae Index of Balushkina	II	II–III	–	II	II	–	II–III	II–III
Качество воды по комбинированному интегральному индексу экологического состояния сообществ по биологическим показателям Water quality on the Combined Integral Index	2.88–5.75	2.63–7.75	–	2.25–3.75	3.88–6.13	–	2.88–5.63	3.38–4.63
Класс качества Class of Quality	II–III	II–IV	–	II	II–IV	–	II–III	II–III

Примечание: «←» – отсутствие данных  
Note: «←» – no data

вого состава в 2011 г., что, вероятно обусловлено большим количеством паводков за вегетационный период. При сравнении видового состава по годам, доля хирономид оставалась доминирующей и постоянной, отмечено увеличение в 2011 г. доли поденок и веснянок. Индекс видового разнообразия увеличивался ниже поселений, что обусловлено поступлением органических веществ с водосборной площади населенных пунктов. В целом индекс видового разнообразия вниз по течению реки изменялся незначительно. На всех станциях отбора проб были отмечены широко распространенные и эврибионтные формы хирономид родов *Cladotanytarsus*, *Cricotopus*, поденки родов *Ecdyonurus*, *Ephemera*, *Ephemerella*.

Анализ динамики численности и биомассы бентофауны р. Нерча показал, что отмечена закономерность увеличения количественных показателей вниз по течению реки. Проведенные исследования показали обилие хирономид на всех станциях отбора проб в течение всего вегетационного периода 2010–2011 гг. Численность поденок в 2011 г. увеличилась на 8%. В группах ручейников и олигохет отмечалось уменьшение численного состава в 2011 г. Преобладание одних видов над другими сменялось в зависимости от температуры воды, скорости течения и уровня воды. Изменение численности и биомассы в течение вегетационных периодов зависели от жизненных циклов организмов и вылета амфибиотических насекомых. Количество видов в пробах увеличивалось с поступлением органического вещества.

Оценка качества воды по биологическим показателям показала, что воды в исследуемые периоды оценивались в основном II–III классами качества, что соответствовало чистым и умеренно-загрязненным водам.

Оценка качества воды по организмам бентофауны показала, что значение хирономидного индекса Балужкиной в 64% случаев указывал на III класс качества – умеренно-загрязненные воды, в 31% – II класс качества – чистые воды, в 5% – IV класс качества – загрязненные воды. По модифицированному комбинированному индексу в 78% проб качество воды оценивалось II классом – чистые воды, в 17% – III классом – умеренно-загрязненные воды, в 5% – IV классом – загрязненные воды. Было выявлено, что использование комбинированных показателей как меры, учитывающей совокупность разных сложных воздействий на

водную экосистему, оцениваемых по изменению количественных и качественных характеристик, позволяет хорошо отразить закономерности лимитирования зообентоса. Таким образом, полученные нами значения оценки качества воды позволяют наиболее корректно определить состояние водного объекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ видов-индикаторов и показателя сапробности зоопланктона свидетельствует об отсутствии глубоких нарушений в экосистеме р. Нерча. Воды р. Нерча по индикаторным организмам планктофауны относятся преимущественно к олиго-бетамезосапробной зоне, что соответствует II классу качества воды. Ухудшение качества воды до умеренно-загрязненной отмечается на станциях в зонах влияния животноводческих ферм – выше с. Зюльзя, выше и ниже с. Знаменка, ниже районного центра г. Нерчинск.

Наиболее многочисленной группой являются коловратки, второй по встречаемости – ветвистые ракообразные. По географическому распространению планктонная фауна водотока представлена видами, имеющими всесветное, голарктическое и палеарктическое распространение.

Оценка качества воды р. Нерча по зообентосным организмам показала, что воды исследованных участков изменялись от II до IV классов качества. Ухудшение качества воды отмечалось в местах поступления органических загрязнений и взвешенных веществ. В целом во многих пробах доминирующей группой являлись личинки хирономид, характерные для большинства рек Забайкальского края (Иванова и др. [Ivanova et al.] 2002). Субдоминантными организмами были отмечены поденки и ручейники.

Таким образом, экологическое состояние качества воды р. Нерча по планктонным и бентосным организмам показало, что воды характеризуются, в основном, II и III классами качества. Снижение качества до загрязненной эпизодически отмечалось на нижнем участке реки ниже населенных пунктов. Проводимые нами гидробиологические исследования р. Нерча позволят пополнить список видового разнообразия зоопланктонных и бентосных сообществ рек Верхне-Амурского бассейна Забайкальского края и усовершенствовать методы экологического мониторинга в пределах

региона. Створы на ненарушенных участках, с минимальным антропогенным воздействием, можно использовать в дальнейшем при биологическом мониторинге качества вод р. Нерча и других водотоков Забайкальского края как эталонные.

## ЛИТЕРАТУРА

- Abakumov V.A. (ed.) 1983.** Guide to Methods of Hydrobiological Analysis of Surface Water and Ground Deposits. Gidrometeoizdat, Leningrad, 240 p. [In Russian].
- Abakumov V.A. (ed.) 1992.** Guide to Hydrobiological Monitoring of Fresh-water Ecosystems. Gidrometeoizdat, Saint-Petersburg, 320 p. [In Russian].
- Afonina E.Y. and Itigilova M.T. 2012.** Qualitative Structure of Rotifers and the Lower Crustaceans in the Shilka River Basin. *Notes of Transbaikalian Office of the Russian Geographical Society*, **131**: 40–51. [In Russian].
- Balushkina E.V. 1976.** Chironomids as indicators of the degree of water pollution. In: O.A. Scarlato and G.G. Winberg (Eds.) *Methods of biological analysis of fresh waters*. Zoological institute of RAS, Leningrad: 106–118. [In Russian].
- Bakanov A.I. 1997.** The Way of Hydrobiological Data Assessment Depending on Ecological Situation in a Reservoir. *Inland water biology*, **1**: 53–58. [In Russian].
- Bakanov A.I. 1999.** The use of Combined Indexes for Fresh-water Reservoir Monitoring on Zoobenthos. *Water Resources Journal*, **26**(1): 108–111. [In Russian].
- Belomestnova E.S. and Kazykina S.M. 2013.** Species Diversity Review of Zoobenthos Organisms in the Nercha river. *Water Resources and Water Use. Collection of scientific works of the Department of Water Economy and Engineering ecology/ under the editorship of V.N. Zaslonsky, L.N. Zima*. Transbaikalian State University, Chita. **6**: 59–64. [In Russian].
- Berezina N.A. 1989.** Practicum on hydrobiology. Agropromizdat. Moscow, 208 p. [In Russian].
- Geniatylin R. F. (ed.) 2004.** Encyclopedia of Transbaikalia: Chita region. Vol. 2. Nauka, Novosibirsk, 420 p.
- Borutsky E.V., Klyuchareva O.A. and Nikolsky G.V. 1958.** Amur Ground Dwelling Invertebrates (Zoobenthos) and their Role in the Amur Fish Feeding. Works of the Amur Ichthyological Expedition of 1945–1949. Moscow University Publishing House, Moscow, **3**: 5–141. [In Russian].
- Gorlachev V.P. and Gorlacheva E.P. 2010.** Fishes of Zabaykalsky Krai. Express publishing house, Chita, 128 p.
- Itigilova M.TS., Gorlacheva E.P., Matyugina E.B., Matafonov P.V., Bazarova B.B., Kuklin A.P., Afonin A.V. and Afonina E.Y. 2006.** Hydrobiocenosis Structure of the Onon, Shilka, Nercha Rivers and Some Water Ecosystems of their Basin. *Transbaikalian Natural*

- Resources and Geosphere Research Problem. Materials of the Scientific Conference. Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Chita: 78–83. [In Russian].
- Ivanova G.G., Nadelyaeva S.M. and Klishko O.K. 2002.** Zoobenthos Community in the Chita River. *Transbaikalian State University Journal*. 26: 153–163. [In Russian].
- Kazykina S.M., Zykova E.H. and Yakovleva A.A. 2015.** Water Quality Monitoring Of the Nercha River. Dynamics and Functioning of Aquatic Ecosystems Under the Impact of Climate Change and Anthropogenic Stress. Theses of the 5th International Scientific Conference to commemorate famous hydrobiologist Georgi G. Winberg (12–17 October 2015, Saint-Petersburg, Russia). «LEMA», Saint-Petersburg: 115.
- Kazykina S.M. and Zykova E.H. 2015.** Taxonomical structure of planktonic and benthic communities of the Nercha River. Some problems on biodiversity conservation of aquatic biocenoses. Proceedings of the International Conference, November 27, 2015. FGBNU «AzNIIRKH», Rostov-on-Don: 148–153. [In Russian].
- Levanidov V.Ya. 1969.** Amur Salmon Reproduction and Food Supply for Young Fish in the Amur Tributaries. *Izvestiya of the Pacific research Institute of fisheries and Oceanography*, 67, 242 p. [In Russian].
- Melekhova O.P. 2008.** Biological Control of Environment: Bioindication and Biotesting. Educational guide for Higher Education Institutions. Akademiya, Moscow, 145 p. [In Russian].
- Long-Term Data on Land Surface Waters Mode and Resources. 1986. The Shilka, Argun and Amazar Basins. Vol. 1 (20). *Gidrometeoizdat*, Leningrad, 243 p. [In Russian].
- Public Policy Foundations in the Field of Ecological Development of the Russian Federation for the period till 2030. 2012. The Decree of the Russian President of 30.04.2012. [In Russian].
- Rosenberg G.S. (ed.) 2005.** Quantitative Methods of Ecology and Hydrobiology. SSCRAS, Tolyatti, 404 p. [In Russian].
- Shitikov V.K., Rosenberg G.S. and Zinchenko T.D. 2003.** Quantitative Hydroecology: methods of system identification. Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti, 463 p. [In Russian].
- The Nercha River Tributaries [Electronic source]. Access mode: <https://sites.google.com/site/rekizabajkala/ner>). [In Russian].
- Unified Methods of Water Quality Research. 1977. Methods of Biological Water Analysis. Part 3. Vol. 2. Saprophy indicators. Moscow, 91 p. [In Russian].
- Unified Methods of Water Quality Research. 1983. Methods of Biological Water Analysis Part 3. Vol. 2. Moscow, 371 p. [In Russian].
- Unified Methods of Water Quality Research. 1990. Methods of Biological Water Analysis. Part III. Vol. 2. Moscow, 83 p. [In Russian].
- Vinberg G.G. and Lavrentieva G.M. (eds.) 1984a.** Methodical Recommendations for collecting and processing of materials in hydrobiological researches in freshwater Reservoirs. Zooplankton and its production. SSRILRE, Leningrad, 33 p. [In Russian].
- Vinberg G.G. and Lavrentieva G.M. (eds.) 1984b.** Methodical Recommendations about Materials Collecting and Processing in Hydrobiological Researches in Fresh-water Reservoirs. Zoobenthos and its Production. SSRILRE, Leningrad, 53 p. [In Russian].
- Zabaykalsky Krai** [Electronic source]. Access mode: <http://www.novrosen.ru/Russia/regions/zab.htm>. [In Russian].
- Zhadin V.I. 1960.** Methods of Hydrobiological Research. Higher School, Moscow, 190 p. [In Russian].
- Zykova E.H. 2012.** Zooplankton Species of the Nercha River. Kulaginsky readings. Materials of International Scientific and Practical Conference. Transbaikalian State University, Chita: 94–97. [In Russian].
- Zykova E.H. 2014.** Zooplankton Community and Water Quality of the Nercha River in 2010–2011. Anthropogenic Influence on Water Organisms and Ecosystems. Materials of 5th All-Russian Conference on the Water Ecotoxicology with the Invitation of Experts from Neighboring countries: Modern Research Methods of Surface Water in the Conditions of Anthropogenic Load. Materials of the School Seminar for Young Scientists, Graduate students and Students (October 28 – November 1, 2014, Borok). Vol. 1. Filigran, Yaroslavl: 70–74. [In Russian].
- Zykova E.H. and Ilyina F.F. 2013a.** Quantitative Characteristics of Zooplankton of the Nercha River. In: Zaslonsky and Zima (eds.). Water Resources and Water use. Collection of Scientific works of the Department of Water Economy and Engineering Ecology. Vol. 6. Transbaikalian State University, Chita: 55–59. [In Russian].
- Zykova E.H. and Ilyina F.F. 2013b.** Water Quality of the Nercha River on Zooplankton Indicator Organisms. 13th International Scientific and Practical Conference: Kulaginsky Readings: Equipment and Technologies of Productions. Vol. 4. Transbaikalian State University, Chita: 90–93. [In Russian].

Представлена 20 января 2016 года; принята 10 июля 2016.