

ЗООБЕНТОС ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ ЗАПОВЕДНИКА «БОЛОНЬСКИЙ» (РОССИЯ)

Н. М. Яворская^{1,2}

¹Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Россия

²Объединенная дирекция государственных природных заповедников
и национальных парков Хабаровского края, Россия
e-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru

Поступила: 21.10.2019. Исправлена: 22.03.2020. Принята к опубликованию: 10.04.2020.

Беспозвоночные выполняют значимую роль в пищевых сетях, являясь основой кормовой базы многих видов позвоночных. До настоящего времени сообщества донной фауны остаются малоизученными во многих типах водных объектов, включая и водно-болотные угодья бассейна р. Амур. В 2015–2018 гг. впервые проведено исследование зообентоса в водотоках и водоемах, расположенных на охраняемой территории заповедника «Болоньский» (Хабаровский край, Россия). В работе представлена информация об общем таксономическом составе и встречаемости донных беспозвоночных в реках и озерах, приводятся данные по структуре, и количественным показателям их популяций. Проведена оценка экологического состояния водных объектов заповедника «Болоньский» по составу зообентоса. Количественные пробы бентоса отбирали штанговым дночерпателем ГР-91 с глубины от 50 см до 400 см и складным бентометром с глубины до 25 см и фиксировали 4%-м раствором формалина. Имаго амфибиотических насекомых ловили энтомологическим сачком и на свет, фиксировали 75–96%-ным раствором этилового спирта и обрабатывали по общепринятой методике. Всего зарегистрировано 168 таксонов из 15 систематических групп гидробионтов (весной и летом – по 15 групп, осенью – 11), большинство из которых составляли хирономиды (87 видов), ручейники (18 видов) и поденки (16 видов). Количественные показатели организмов коррелированы с характерными сезонными колебаниями гидрологического режима и типом грунта. В период паводков отбор количественных проб зообентоса невозможен, в межень для исследований доступны в основном средние и малые реки и протоки, в которые возможен заход на лодке. В озерах выявлены невысокие количественные значения бентоса (297 ± 91 экз./м² и 0.1 ± 0.1 г/м²). В ручьях средние показатели плотности составили 824 ± 267 экз./м², биомассы 8.6 ± 8.1 г/м², в малых реках – 1298 ± 538 экз./м² и 11.2 ± 5.8 г/м², в средней реке – 473 ± 76 экз./м², 23.3 ± 9.7 г/м². Наиболее бедным из грунтов оказался чистый песок в озерах и руслах рек. Наличие илисто-песчаных грунтов с примесью детрита на участках с замедленным течением в ключах и протоках создают большее количество пригодных биотопов для обитания гидробионтов, в отличие от основных русел равнинных рек. Благоприятные условия для формирования донных сообществ в водных объектах наблюдаются на погруженных в воду корневых системах растений вдоль русел рек, в протоках и заливах и на заиленном песке с богатой примесью детрита при средней глубине 1.7 м. Плотность и биомасса донного населения варьировали от 6 экз./м² до $25\,110$ экз./м² и от < 0.1 г/м² до 1181.9 г/м². Средние значения плотности составили 692 ± 119 экз./м², биомассы – 16.9 ± 5.8 г/м². Высокие показатели плотности бентоса зарегистрированы в летний период, биомассы – в весенний. В течение вегетационных сезонов в зообентосе доминировали хирономиды, олигохеты, моллюски и ручейники, что связано с их жизненными циклами и влиянием различных абиотических факторов (паводки, скорость течения, температура воды, кислородный режим, характер грунтов). Показано, что на долю моллюсков приходилось 89% от общей биомассы зообентоса, а олигохеты и хирономиды составляли соответственно 60% и 26% от общей плотности населения. Ведущее место по частоте встречаемости занимали хирономиды (100%) и олигохеты (95%). Редко были отмечены гидры, планарии, водяные клещи и ослики, стрекозы, мошки, эфидриды и жуки составляли менее 10%. Постоянными компонентами донного сообщества являются эври- и лимнобионтные виды хирономид, олигохет и нематод, которые предпочитают жить в протоках и на участках с замедленным течением, в озерах и болотах. Характерно отсутствие оксифильных видов веснянок, деутерофлебиид и блефарицерид, что сопоставимо с водно-болотными угодьями на всем Земном шаре. К наиболее интересным находкам относятся виды моллюсков *Amuranodonta boloniensis* и *Cristaria herculea*, занесенные в Красные книги различных рангов и хирономид *Monodiamesa kamora*, известные только из бассейна Нижнего Амура. Два вида хирономид (*Heterotrissocladius simmiensis*, *Propiloscerus amurensis*) описаны как новые для науки с территории заповедника «Болоньский» и один вид, *Axarus fundorum*, оказался новым для фауны России. По данным биологической индикации водные объекты заповедника «Болоньский» относятся к чистым, характеризуются высоким экологическим статусом и отвечают требованиям Европейской Рамочной водной директивы (WFD), предъявляемым к созданию сети эталонных створов. Наличие новых и редких видов говорит об уникальности экосистем водно-болотных угодий оз. Болонь и необходимости их сохранения и дальнейшего изучения.

Ключевые слова: бассейн р. Амур, биомасса, водно-болотные угодья, донные беспозвоночные, особо охраняемая природная территория, плотность населения, сезонная динамика, структура сообщества, экологическое состояние

Введение

Водно-болотные угодья занимают 6% поверхности Земли и являются самыми продуктивными и наиболее уязвимыми экосистемами мира (Руководство..., 2006). Основу биологического разнообразия водно-болотных угодий составляют беспозвоночные, которые являются основной кормовой базой многих видов позвоночных. На всем Земном шаре в 447 пресноводных водно-болотных угодьях насчитывается по предварительным подсчетам 40 семейств беспозвоночных (в т.ч. восемь – двукрылые, по пять – кольчатые черви и водяные клопы, по четыре – жуки, ракообразные и моллюски, стрекозы, по два – поденки и ручейники, по одному семейству – водяные клещи, турбеллярии). И только 10% из них относятся к широко распространенным таксонам (Batzer & Voix, 2016). Несмотря на важную роль донных животных в функционировании экосистем водно-болотных угодий, до настоящего времени они остаются малоизученными, особенно в вопросах таксономического состава и количественных показателей сообществ, в том числе и бассейна р. Амур.

Изученность зообентоса водно-болотных угодий бассейна р. Амур для различных его участков, характеризуется в настоящее время высокой неравномерностью. В северо-восточном Китае в 39 водно-болотных угодьях (например, резерват Синкайху) отмечено 60 таксонов беспозвоночных (Wu et al., 2019). В бентосе Торейских озер (включая заповедник «Даурский», Забайкальский край) зарегистрировано 69 таксонов, представленные широко распространенными эврибионтными видами озерной пресноводной и солоновато-водной фауны (Bazarova et al., 2017). В р. Гильчин и водоемах ее бассейна (Муравьевский заказник, Амурская область) обнаружено 73 таксона (всего 20 групп животных, в число которых вошли гидры, планарии, нематоды, олигохеты, пиявки, водяные ослики, клопы, жуки, моллюски, стрекозы, ручейники, поденки и личинки двукрылых) (Смиренский, Смиренская, 2016). В р. Буряя и малых предгорных водотоках (Хингано-Архаринская низменность) обнаружено 263 таксона пресноводных беспозвоночных. В бентосе р. Буряя зафиксировано 13 групп организмов; плотность населения достигала 44 288 экз./м², биомасса – 17.6 г/м² (Тиунова и др., 2016; Яворская, 2017а). Сообщество донного населения оз. Ханка (заповедник «Ханкайский», Приморский край) представлено олигохетами, хирономидами,

поденками, ракообразными, моллюсками и ручейниками (Семыкина, 2006).

Первые сведения по количественному развитию и распределению зообентоса оз. Болонь (часть территории занята заповедником «Болоньский», Хабаровский край) приведены в работе Микулич (1948), в которой показано, что средняя биомасса бентоса составляла 2.745 г/м² и преобладающую роль в нем играли личинки хирономид (76% от общей биомассы). В 1945–1949 гг. исследование донных беспозвоночных оз. Болонь и некоторых водоемов его бассейна выполнялось участниками Амурской ихтиологической экспедиции. В результате этих работ было установлено, что средняя биомасса бентоса в озере составила около 2.5 г/м², причем самым бедным из обследованных грунтов оказался чистый песок, а максимально заселенным являлся ил. Доминирующее положение по биомассе занимали олигохеты. Всего было обнаружено 20 видов хирономид, 16 – олигохет, по 18 видов поденок и ручейников, восемь – моллюсков, четыре – пиявок и три вида водяных клещей (Микулич, 1948; Константинов, 1950; Соколов, 1950; Боруцкий и др., 1952; Ключарева, 1952; Чернова, 1952; Сокольская, 1958; Лукин, 1962). В 1959–1969 гг. изучением кормовых ресурсов рыб оз. Болонь занималось Амурское отделение ТИНРО (Макарченко и др., 2008).

Более полные сведения по фауне зообентоса водно-болотных угодий «Болонь» и сопредельной территории появились в XXI в. В настоящее время здесь насчитывается 87 видов хирономид, 10 видов моллюсков и более 50 таксонов других гидробионтов (Цалолихин, 2004; Makarchenko, Makarchenko, 2009; Вшивкова, Никитина, 2010; Тиунова, Горовая, 2011; Прозорова и др., 2014а,б; Яворская и др., 2016; Makarchenko et al., 2018; Яворская, Макарченко, 2018). На данный момент отсутствует полный список донных беспозвоночных заповедника «Болоньский». Нет данных по составу, структуре и сезонной динамике популяций беспозвоночных. Отсутствует полное представление о биотопическом распределении зообентоса, как одного из самых существенных элементов водных экосистем.

Цель работы – дать наиболее полные данные по таксономическому составу, структуре сообществ и количественным показателям донных беспозвоночных водных экосистем заповедника «Болоньский» и определить их экологическое состояние.

Материал и методы

Государственный природный заповедник «Болоньский» располагается в южной части российского Дальнего Востока, на юго-западе Хабаровского края, в Амурском и Нанайском районах, южнее города Амура (рис. а). Его территория охватывает междуречье извилистого нижнего течения рек Харпи, Сельгон и Симми бассейна оз. Болонь (бассейн Нижнего Амура) (рис. б).

Гидробиологические исследования на территории заповедника «Болоньский» проводили в августе 2015 г., августе – сентябре 2016 г., июне, августе 2017 г., мае 2018 г. на реках Симми, Харпи, Хылга, Нормен, Сельгон, Вахтар, ключах Хылган, Кирпу, Мучиэн и озерах Альбите, Килтасин, Болонь (рис. б).

По площади водосбора или речного бассейна (F , км²) все водотоки делятся на ручьи ($F < 10$), малые ($F = 10–5000$) и средние ($F = 5000–50\,000$) реки (Богатов, 1994). Водотоки типичные равнинные, сильно меандрирующие. Вода в них пресная, мутно-желтого цвета. Скорости течения составляют 0.3–0.8 м/с, глубина достигает 5 м. Берега русел и озер пологие, открытые, сложены в основном песками. Режим уровней воды на участке р. Симми ниже устья р. Сельгон зависит от водного режима оз. Болонь. В меженный период оз. Болонь полностью пересыхает и превращается в вейниково-осоковый луг, а в затонах, старицах, протоках, озерах, в том числе Килтасин и Альбите, массово разрастается *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) Kuntze и местами – *Trapa pseudoincisa* Nakai. Все

озера настолько мелеют, что местами появляются сухие участки, заросшие разными видами *Carex* и *Equisetum*. Низкие уровни воды устанавливаются в конце июня и зимой. Во время сильных паводков водно-болотные угодья практически превращаются в один сплошной водоем.

Количественный учет донных беспозвоночных осуществлялся штанговым дночерпателем ГР-91 (площадь захвата 0.007 м²) с глубины от 50 до 400 см и складным бентометром (площадь захвата 0.063 м²) с глубины до 25 см в 2–4 повторностях. В протоках пробы отбирали по всей ширине русла, в реках – у правого и левого берегов, в озерах в высокую воду – в 10 м от берега, в низкую воду – на середине и в 10 м от берега. Качественные пробы бентоса собирали сачком среди растительности, а также вручную с поверхности разнородных субстратов. Имаго амфибиотических насекомых отлавливали в дневное время кошением прибрежной растительности энтомологическим сачком; в ночное – использовали световые ловушки. Количественные сборы зообентоса фиксировали 4%-ным раствором формальдегида, качественные и имагинальные – 75–96%-ным раствором этилового спирта. Камеральная обработка выполнялась по общепринятым методикам (Тиунова, 2003). В течение четырехлетнего периода исследований (2015–2018 гг.) на территории заповедника «Болоньский» было отобрано и проанализировано 67 имагинальных проб, 162 количественные и 23 качественные пробы зообентоса (табл. 1).

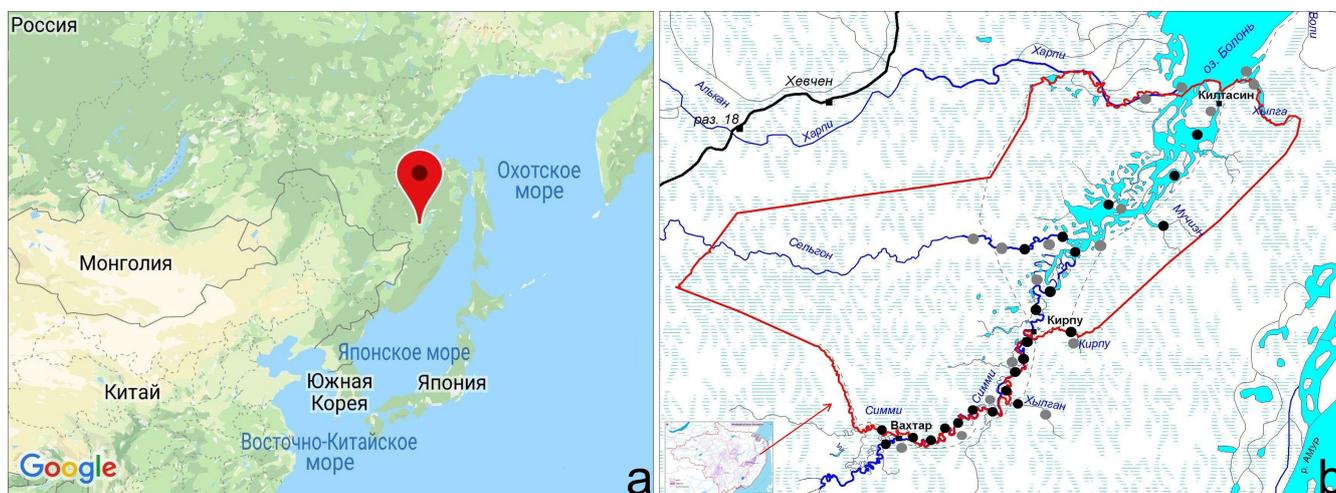


Рис. Расположение природного заповедника «Болоньский» на Дальнем Востоке (а) с указанием мест отбора имагинальных, качественных (кружки серого цвета) и количественных (кружки черного цвета) проб зообентоса (б).

Fig. Location of the Bolonsky State Nature Reserve in Russian Far East (a) with indicating the places of sampling of imaginal, qualitative (grey circles) and quantitative (black circles) zoobenthos samples (b).

Таблица 1. Места и сроки отбора количественных, качественных и имагинальных проб в заповеднике «Болоньский»
Table 1. Locations and dates of collecting quantitative, qualitative and imaginal samples in the Bolonsky State Nature Reserve

Водоток, водоем	Дата	Место сбора	T воды	Преобладающий тип грунта	D, см	1*	2*	3*	
Озера									
оз. Болонь	04.08.2015 25.06.2017	район пос. Джуен	–	песок	–	–	1	2	
оз. Альбите	06.08.2015 11.08.2017	середина	24 22	глина, ил, песок, мелкая галька	70 100	3	2	2	
оз. Килтасин	11.08.2017	середина	22	песок, глина, детрит	100	2	1	–	
Ручьи									
ключ Кирпу	04.08.2015	2 км выше кордона Кирпу	25	песок, ил, детрит, глина	150	1	1	1	
ключ Мучизн	11.08.2017	район устья	22	глина, песок	100	2	1	1	
протока озера без названия	26.06.2017 08.08.2017	около кордона Кирпу	21 22	песок, ил, детрит	10–25	2	2	2	
ключ Хылган	01.09.2016	район устья	15	песок, ил, глина, детрит	190	6	1	2	
	27.06.2017		21		100				
	17.05.2018		12		200				
р. Хылга	28.06.2017	район устья	21	песок, глина	–	–	1	1	
Малые реки									
р. Нормен	01.09.2016	район устья	15	песок, глина, детрит, корни растений	100	10	–	3	
	27.06.2017		21		190				
	09.08.2017		22		150				
	17.05.2018		12		120				
р. Сельгон	06.08.2015	7 км от устья	21	песок, ил, детрит	70	10	2	2	
	01.09.2016	5 км от устья	23		200				
	25.06.2017	3–4 км от устья	19		50–200				
р. Вахтар	01.09.2016	район устья	15	песок, глина, детрит, кочка	190	6	–	2	
	09.08.2017	8 км от устья	22		200				
	17.05.2018	район устья	12		50				
Средние реки									
р. Симми	23–28.05.2016	от кордона Килтасин до кордона Вахтар	13	песок, детрит, глина	–	–	3	7	
	31.08.2016	район кордона Кирпу	15	песок, ил, детрит	150–200	6	2	–	
	01.09.2016	между реками Вахтар и Нормен, район кордона Вахтар, релка Черемшинная	15	песок, глина, детрит	150–200	12	1	–	
	25.06.2017	напротив кордона Кирпу, район устья р. Сельгон, от р. Сельгон до кордона Кирпу	18.5	песок, ил, глина	50–250	8	–	1	
	27.06.2017	20–200 м ниже и 100 м выше р. Нормен, от кордона Кирпу до р. Нормен	21	песок, песок, ил, глина	100–300	14	1	5	
	09.08.2017	район кордонов Кирпу и Вахтар, район р. Нормен, напротив кордона Кирпу	22 23	песок, ил, глина, детрит	100–300	11	–	4	
	10.08.2017	5–20 км ниже кордона Кирпу	22	песок, ил, детрит	150–200	8	–	3	
	17.05.2018	4 км выше релки Черемшинная, от кордона Кирпу до кордона Вахтар	12 16	глина, песок, детрит, кочка	30–200	21	1	9	
	протока р. Симми	09.08.2017	около кордона Кирпу, 2–5 км ниже кордона Кирпу	23	песок, ил, детрит	100–400	6	1	5
		10.08.2017	район релки Черемшинная	22	песок, ил, детрит	100–150	4	1	1
11.08.2017		между релкой Черемшинная и кордоном Килтасин	24	глина, песок	100–150	2	–	1	
17.05.2018		от кордона Кирпу до кордона Вахтар, от кордона Кирпу до релки Черемшинная, 16 км и 27 км ниже кордона Кирпу, напротив кордона Кирпу	12 16	песок, ил, детрит, глина	30–300	26	–	12	
18.05.2018		около корда Кирпу	23	песок, мох, детрит	20	2	1	1	

Примечание: 1* – количественные пробы, 2* – качественные пробы, 3* – имагинальные пробы; D – глубина, см.

Определение беспозвоночных проводили по соответствующим определителям (Цаллолихин, 1994, 1995, 1997, 2000, 2001, 2004, Лелей, 2006). Для характеристики структуры сообществ использовали классификацию А.М. Чельцова-Бебутова в модификации Леванидова (1977), по которой доминанты составляют 15% и более от общей плотности или биомассы, субдоминанты – от 5.0% до 14.9%, второстепенные виды – от 1.0% до 4.9%, третьестепенные – менее 1.0%. Экологические группировки даны по Засыпкиной, Самохвалову (2015). Качество вод оценивали по интегральному показателю (Balushkina, 2009),

в который входят индекс Гуднайта и Уитли и индекс Балушкиной (Семенченко, 2004). После знака «±» приведена стандартная ошибка (ошибка средней).

Результаты

Фаунистический состав

В водотоках и водоемах водно-болотных угодий заповедника «Болоньский» по нашим и опубликованным данным пресноводные беспозвоночные представлены 168 таксонами, из которых наиболее разнообразны хирономиды – 87 видов, ручейники – 18, поденки – 16, олигохеты – 15 и моллюски – 11 видов. Необ-

ходимо отметить, что некоторые личинки насекомых были представлены младшими возрастными и единично, поэтому не могли быть определены до вида.

Среди донных животных больше всего выявлено эврибионтных форм (обитатели проток и участков рек с замедленным течением) с широкими экологическими спектрами (> 60 видов или ~40%). К ним относятся олигохеты, пиявки, водяные клещи, ручейники из семейств Hydroptilidae, Phryganeidae, Leptoceridae, поденки из семейств Caenidae, Heptageniidae, Isonychiidae, Palingeniidae, моллюски из семейств Amuropaludinidae, Jugidae и некоторые виды хирономид. К лимно- и эврибионтным формам (обитатели озер и болот, а также проток и участков рек с замедленным течением) принадлежат более 50 видов (~30%), главным образом, хирономиды и поденки, а к реобионтным (обитатели текучих вод) > 30 видов (~20%), преимущественно из представителей семейства Chironomidae. Меньше всего зафиксировано лимнобионтных форм (обитатели озер и болот) (*Parapoynx* sp., *Procladius* gr. *choreus*, *Chironomus dorsalis* (Meigen, 1818), *Cladopelma krusemani* (Kruseman, 1933), *Glyptotendipes* (s. str.) sp., *Anisus stroemi* (Westerlund, 1881)).

Плотность и биомасса, структура сообществ

Большое количество постоянных станций и одновременное применение разных орудий лова при изучении количественного развития зообентоса позволили нам проследить динамику плотности и биомассы гидробионтов в различных типах водотоков и водоемов заповедника «Болоньский», которые имеют близкие значения глубин и типов грунтов. В составе бентоса установлено 15 таксономических групп беспозвоночных. Высокую встречаемость имели хирономиды (100%). Доля которых от плотности общего бентоса составляла > 50%, по биомассе – 17%. Олигохеты также относились к числу фоновых гидробионтов бассейна р. Амур (встречаемость в пробах 95%). Доля их по плотности составляла 22%, по биомассе – 6%. Широко распространены в бентосе обследованных водных объектов и пресноводные нематоды (встречаемость 43%). Редко отмечались гидры, планарии, водяные клещи, жуки, водяные ослики, мошки, эфидриды, стрекозы (менее 10%). Гидры в количествен-

ных пробах не учитывались. Помимо этого в бентосных сборах попадались экзувии куколок и личинок хирономид, ручейников, эфидрид, личинки рыб, пауки, имаго жуков, мошек, поденок, хирономид, а также наземные насекомые (тли и цикады) и эктопаразит *Argulus foliaceus* Linnaeus, 1758 (Branchiura), ветвистоусые ракообразные, веслоногие раки и хабориды. Отмечено, что *A. foliaceus* при массовом заражении пресноводных рыб может распространять различные инфекции (Mirzaei & Khovand, 2015). Наибольшее количество таксонов выявлено в средней реке (14 групп), ручьях (12 групп) и малых реках (11 групп), минимальное в озерах (пять групп). Следует принять во внимание, что в озерах отобрано незначительное количество проб. Во всех типах водных объектов встречались хирономиды, поденки, пиявки, нематоды и олигохеты (табл. 2).

В 2015 г. в составе бентоса зафиксировано самое низкое количество групп организмов (девять). В озерах доминировали хирономиды (67.4% и 47.1%) и олигохеты (21.3% и 35.3%); в ручьях – хирономиды (46.3% и 34.2%) и олигохеты (50.0% и 52.8%); в малых реках хирономиды (41.1%) и олигохеты (53.3%) по плотности и моллюски (99.2%) по биомассе. В категорию субдоминантов в озерах вошли поденки и пиявки по биомассе; в ручьях – пиявки по биомассе. В малых реках субдоминанты отсутствовали. К разряду второстепенных по плотности в озерах относились пиявки; в ручьях – мокрецы, пиявки и нематоды; в малых реках – мокрецы. Второстепенные виды по биомассе во всех типах водных объектах не отмечены. Средняя плотность бентоса в озерах составила 285 ± 156 экз./м², биомасса – 0.1 ± 0.02 г/м²; ручьях – 114 ± 58 экз./м² и 0.1 ± 0.1 г/м²; малых реках – 156 ± 61 экз./м² и 7.2 ± 7.1 г/м².

В 2016 г. в бентосе отмечено 12 групп беспозвоночных. Относительно предыдущего года отсутствовали мокрецы, но отмечены водяные ослики, эфидриды, стрекозы и планарии. В ручьях лидирующее положение занимали олигохеты (85.7% и 95.7%); в малых реках – олигохеты (76.4% и 61.8%), водяные ослики (15.7%) и пиявки (15.0%) по биомассе; в средней реке – хирономиды (20.5%), олигохеты (48.6%), ручейники (24.1%) по плотности и моллюски (95.9%) по биомассе. Категорию субдоминантов в ручьях представляли хирономиды по плотности; в малых реках –

водяные ослики и хирономиды по плотности. В средней реке субдоминанты отсутствовали. К разряду второстепенных в ручьях относились хирономиды по биомассе; в малых реках – ручейники по плотности и биомассе, пиявки, нематоды по плотности, хирономиды и планарии по биомассе; в средней реке – пиявки, нематоды, мошки по плотности, олигохеты и ручейники по биомассе. Средние значения плотности в ручьях были 258 ± 184 экз./м² и 0.4 ± 0.4 г/м²; в малых реках – 558 ± 309 экз./м², биомассы – 0.8 ± 0.4 г/м²; в средней реке – 671 ± 196 экз./м² и 16.2 ± 15.6 г/м².

В 2017 г. относительно прошлого года в бентосе водных объектов не отмечены планарии и мошки, но появились водяные клещи, личинки жуков и мокрецов. В озерах преобладали хирономиды (33.3% и 24.8%) и олигохеты (61.9% и 74.5%); в ручьях – хирономиды (32.5% и 17.0%) и олигохеты (58.6% и 52.0%);

в малых реках олигохеты (72.7% и 77.0%); в средней реке – хирономиды (31.3%) и олигохеты (59.6%) по плотности и моллюски (98.5%) по биомассе. Категорию субдоминантов в ручьях представляли пиявки, поденки и моллюски по биомассе. В малых реках сюда относились хирономиды по плотности и биомассе, нематоды по плотности и пиявки по биомассе. В озерах и средней реке субдоминанты отсутствовали. Второстепенными в озерах являлись нематоды по плотности; в ручьях – поденки, пиявки, нематоды и моллюски по плотности; в малых реках – водяные ослики и ручейники по плотности и биомассе и пиявки по плотности; в средней реке – поденки по плотности. Средняя плотность гидробионтов в озерах составила 309 ± 113 экз./м², биомасса – 0.2 ± 0.1 г/м²; ручьях – 1076 ± 383 экз./м² и 0.5 ± 0.2 г/м²; малых реках – 2757 ± 1300 экз./м² и 3.9 ± 2.0 г/м²; средней реке – 670 ± 196 экз./м² и 12.6 ± 12.3 г/м².

Таблица 2. Структура сообществ донных беспозвоночных по количественным показателям в разных типах водных объектов заповедника «Болоньский», 2015–2018 гг.

Table 2. The structure of benthic invertebrate communities by quantitative characteristics in different types of water bodies in the Bolonsky State Nature Reserve, 2015–2018

Группы	П	Тип водного объекта												
		О			Р			MP			CP			
		2015 г.			2016 г.			2017 г.			2018 г.			
Tricladida	N	0	0	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nematoda	N	0	11	0	0	258	663	74	732	5523	295	688	368	1070
	B	0.0	<0.1	0.0	0.0	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.3	0.1	<0.1	0.1	0.1
Oligochaeta	N	304	456	912	442	5965	10 751	957	39 716	46 097	22 288	3991	957	16 475
	B	0.1	0.6	0.2	0.8	6.7	12.7	0.9	17.6	68.7	8.8	3.1	2.6	23.0
Hirudinea	N	16	11	0	0	295	331	0	2103	1915	295	0	0	368
	B	<0.1	0.1	0.0	0.0	1.6	0.8	0.0	3.1	10.2	0.4	0.0	0.0	2.7
Hydrachnidae	N	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	90
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Asellidae	N	0	0	0	0	515	0	0	160	663	74	0	0	74
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.1	0.9	0.1	0.0	0.0	0.4
Odonata	N	0	0	0	0	0	74	0	32	0	0	0	0	8
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.1
Ephemeroptera	N	144	0	0	0	0	74	0	1312	147	1841	144	0	8
	B	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	2.4	0.1	0.5	0.3	0.0	<0.1
Coleoptera	N	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	16	0	8
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	<0.1	0.0	<0.1
Trichoptera	N	0	0	16	0	184	5339	0	234	1473	295	112	74	957
	B	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.2	5.6	0.0	0.2	3.7	0.1	0.3	22.1	1.8
Chironomidae	N	960	422	704	74	515	4529	515	22 034	7143	11 708	1261	810	13 876
	B	0.1	0.4	0.4	<0.1	0.2	1.4	0.3	5.8	5.3	5.4	0.3	442.0	8.6
Ceratopogonidae	N	0	11	48	0	0	0	0	320	0	295	138	74	776
	B	0.0	<0.1	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.5
Simuliidae	N	0	0	16	0	0	221	0	0	0	0	0	0	0
	B	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ephydriidae	N	0	0	0	0	0	74	0	0	0	74	0	0	122
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
Mollusca	N	0	0	16	0	0	74	0	960	442	221	234	74	548
	B	0.0	0.0	78.6	0.0	0.0	514.0	0.0	4.3	0.1	998.3	747.1	2.1	3020.4
Всего (без моллюсков)	N	1424	911	1712 (1696)	515	7806	22 128 (22 054)	1546	67 796 (66 836)	63 402 (62 960)	37 383 (37 162)	6583 (6349)	2356 (2283)	34 381 (33 833)
	B	0.3	1.1	79.2 (0.6)	0.8	10.8	536.1 (22.1)	1.2	33.8 (29.5)	89.3 (89.2)	1014.0 (15.7)	751.2 (4.1)	468.9 (466.8)	3057.7 (37.3)

Примечание: Типы водного объекта: О – озеро; Р – ручьи; MP – малые реки; CP – средние реки; П – показатель, N – плотность, экз./м²; B – биомасса, г/м².

В 2018 г. число групп зообентоса относительно 2017 г. не изменилось. В ручьях доминировали хирономиды (19.2%), олигохеты (60.6%) по плотности и моллюски (99.5%) по биомассе; в малых реках хирономиды (34.4% и 94.3%), олигохеты (40.6%) и нематоды (15.6%) по плотности; в средней реке – хирономиды (40.4%) и олигохеты (47.9%) по плотности и моллюски (98.8%) по биомассе. Субдоминантов представляли в ручьях по плотности только нематоды. В малых и средних реках субдоминанты отсутствовали. К разряду второстепенных в ручьях относились ручейники, мокрецы, поденки и моллюски по плотности; в малых реках – ручейники по плотности биомассе и мокрецы и моллюски по плотности. В средней реке второстепенных представляли моллюски, нематоды, ручейники, пиявки и мокрецы по плотности. Средняя плотность донных беспозвоночных в ручьях составила 658 ± 351 экз./м², биомасса – $39.5\text{--}39.3$ г/м²; в малых реках – 236 ± 86 экз./м² и 46.9 ± 31.1 г/м²; средней реке – 344 ± 71 экз./м² и 30.9 ± 15.8 г/м².

По общему таксономическому составу зообентоса выделяется средняя река. Здесь не зафиксированы только планарии. В малых реках не выявлены

жуки, эфидриды, водяные клещи, стрекозы, а в ручьях – планарии, мошки и эфидриды. Это связано, вероятно, с методикой отбора проб и сопутствовавших в этот период различных абиотических факторов (паводки, скорость течения, температура воды и др.). По высоким количественным показателям бентоса выделяются протоки, соединяющие озера, заливы, старицы с реками, что объясняется их небольшой глубиной, хорошей прогреваемостью, слабым течением, наличием большого количества донной растительности и детрита (табл. 3).

Сезонные изменения количественных показателей донного населения водных объектов заповедника «Болоньский» представлены в табл. 4.

Весной, главным образом, благодаря отрождению молодого поколения гидробионтов, средняя плотность зообентоса составляла 336 ± 61 экз./м². Наибольший ее средний показатель наблюдался в летний период (949 ± 221 экз./м²) за счет массового развития хирономид и олигохет, а осенью ее значения снизились до 646 ± 171 экз./м². Это было обусловлено не только вылетом имаго амфибиотических насекомых и естественной гибелью олигохет, но и подъемом воды в период отбора проб.

Таблица 3. Количественные характеристики донных беспозвоночных протоки без названия, соединяющей залив и р. Симми, район кордона Кирпу, 2017–2018 гг.

Table 3. Quantitative characteristics of the bottom invertebrates in the unnamed channel connecting the bay and the River Simmi, the Kirpu cordon vicinity, 2017–2018

Весна, 2018 г.				Лето, 2017 г.			
Oligochaeta							
N _{lim}	M ± σ	B _{lim}	M ± σ	N _{lim}	M ± σ	B _{lim}	M ± σ
400–3296	1848 ± 1448	0.1–2.7	1.4 ± 1.28	4576–16 288	11 653 ± 3595	1.8–5.7	3.7 ± 1.12
Ephemeroptera							
64–80	72 ± 8	0.1–0.1	0.1 ± 0.01	192–912	437 ± 237	0.4–1.3	0.8 ± 0.24
Chironomidae							
19–480	168 ± 109	< 0.1 – < 0.1	< 0.1 ± 0.01	16–8528	1161 ± 995	< 0.1–2.0	0.4 ± 0.21
Остальные группы*							
16–560	123 ± 57	< 0.1–0.3	0.1 ± 0.03	16–1328	154 ± 49	< 0.1–3.2	0.3 ± 0.13

Примечание: N_{lim} – плотность, экз./м², минимальные и максимальные значения; B_{lim} – биомасса, г/м², минимальные и максимальные значения; M ± σ – средние значения; * – нематоды, пиявки, водяные клещи, водяные ослики, жуки, мокрецы, стрекозы, ручейники, моллюски.

Таблица 4. Количественные характеристики донных беспозвоночных водных объектов заповедника «Болоньский» по сезонам, 2015–2018 гг.

Table 4. Quantitative characteristics of the bottom invertebrates in water bodies in the Bolonsky State Nature Reserve in spring, summer and autumn, 2015–2018

Весна				Лето				Осень			
N _{lim}	M ± σ	B _{lim}	M ± σ	N _{lim}	M ± σ	B _{lim}	M ± σ	N _{lim}	M ± σ	B _{lim}	M ± σ
Nematoda											
16–560	142 ± 36	< 0.1–0.04	< 0.1 ± < 0.1	11–5376	479 ± 378	< 0.1–0.3	0.03 ± 0.02	74–295	141 ± 33	< 0.1–0.04	0.02 ± 0.01
Oligochaeta											
48–4786	824 ± 207	< 0.1–8.1	1.1 ± 0.36	74–25 111	3013 ± 976	< 0.1–38.4	2.6 ± 1.25	442–4455	1493 ± 347	0.3–5.5	1.8 ± 0.59
Trichoptera											
74–442	229 ± 74	0.2–22.1	4.9 ± 4.32	16–1399	224 ± 148	< 0.1–3.0	0.4 ± 0.32	74–5228	1381 ± 1283	< 0.1–5.5	1.5 ± 1.35
Chironomidae											
16–4713	371 ± 109	< 0.1–294.6	10.5 ± 7.58	11–8528	647 ± 183	< 0.1–4.4	0.3 ± 0.08	37–1915	354 ± 152	< 0.1–0.7	0.1 ± 0.05
Остальные группы*											
8–295	66 ± 8	< 0.1–1181.9	85.8 ± 38.2	6–1767	200 ± 44	< 0.1–997.8	19.3 ± 17.5	74–515	151 ± 43	< 0.1–514.0	47.3 ± 46.7

Примечание: N_{lim} – плотность, экз./м², минимальные и максимальные значения; B_{lim} – биомасса, г/м², минимальные и максимальные значения; M ± σ – средние значения; * – водяные клещи, водяные ослики, жуки, мокрецы, моллюски, мошки, пиявки, планарии, поденки, стрекозы, эфидриды.

Максимальные значения средней биомассы бентоса выявлены весной (33.4 ± 13.7 г/м²), в результате высокой доли крупных брюхоногих моллюсков, собранных в межень в рр. Симми и Хилган. Летом отмечен ее минимальный средний показатель – 6.6 ± 5.4 г/м², вследствие массового вылета хирономид и снижения доли крупных моллюсков, а осенью биомасса зообентоса вновь увеличилась до 12.2 ± 11.4 г/м², за счет появления крупных моллюсков.

Структура бентоса по биомассе в течение сезонов менялась незначительно, в отличие от более изменчивой и усложненной плотности. Одну из ведущих ролей в структуре зообентоса по плотности играли водные стадии амфибиотических насекомых, среди которых наибольшее значение имели хирономиды, поденки и ручейники. Личинки и куколки хирономид по плотности преобладали в весенний и летний периоды, а осенью переместились в категорию субдоминантов. Это связано как с вылетом имаго этих насекомых, так и с массовым отрождением их молоди. По биомассе весной хирономиды относились к субдоминантам, а к второстепенным – летом. Личинки ручейников в сообществе донных беспозвоночных доминировали по плотности летом и осенью, а весной являлись субдоминантами. По биомассе осенью ручейники представляли категорию второстепенных в основном за счет отродившейся молоди. Поденки лидировали по плотности только летом, а весной и осенью относились к категории второстепенных, что связано с вылетом имаго.

Основу биомассы зообентоса на протяжении всего периода обследования составляли брюхоногие моллюски (Gastropoda). По плотности из лидирующего положения они переместились в разряд второстепенных только осенью. Олигохеты по биомассе являлись субдоминантами в летний период, а осенью они сместились в разряд второстепенных видов; малощетинковые черви занимали господствующее положение по плотности только летом, весной и осенью они относились к субдоминантам. Нематоды доминировали по плотности в течение весеннего и летнего сезонов, а осенью переместились в разряд субдоминантов. Пиявки преобладали по плотности только в летний период, весной и осенью они относились к субдоминантам. По биомассе в течение лета они представляли категорию второстепенных. Эфидриды, водяные клещи и мокрецы преобладали по плотности в весенний период, летом к ним присоединились жуки, водяные ослики и стрекозы. Осенью по плотности доминировали стрекозы, ручейники и водяные ослики, а также планарии и мошки, что связано, по-видимому, с особенностями их жизненных циклов.

Качество воды

В системе мониторинга текучих вод основополагающим является бассейновый принцип, в основе которого лежит описание экологического статуса водного объекта на основе результатов изучения речного бассейна в целом (Розенберг, Зинченко, 2011). Оценка качества воды водных объектов заповедника «Болоньский» по итогам четырех лет исследований представлена в табл. 5.

Таблица 5. Динамика показателей качества воды водных объектов заповедника «Болоньский» по составу зообентоса, 2015–2018 гг.

Table 5. Dynamics of water quality indicators in the Bolonsky State Nature Reserve water bodies by zoobenthos composition, 2015–2018

Тип водного объекта	Год	Индекс Гуднайта и Уитли, %	Индекс Балушкиной	Интегральный показатель	Характеристика качества вод
Озера	2015	21	6.5	78	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые
	2017	36–90 (63)	6.5–6.5 (6.5)	93–147 (120)	Сомнительное, умеренно-загрязненные
Ручьи	2015	50	0.466	54	Хорошее, чистые
	2016	86	11.5	186	Тяжелое, грязные, умеренно-загрязненные
	2017	17–81 (51)	1.9–6.9 (4.9)	33–138 (97)	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые
	2018	44–68 (55)	1.9–6.5 (5.0)	16–111 (84)	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые
Малые реки	2015	19–53 (36)	2.9–4.9 (3.9)	44–96 (70)	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые
	2016	36–97 (67)	2.8–6.5 (5.3)	92–153 (112)	Сомнительное, умеренно-загрязненные, чистые
	2017	26–93 (63)	2.4–11.5 (6.6)	98–153 (121)	Сомнительное, загрязненные, умеренно-загрязненные
	2018	54	1.8–8.2 (5.0)	70–71 (71)	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые
Средняя река	2016	12–97 (64)	1.5–10.1 (5.6)	52–164 (108)	Сомнительное, умеренно-загрязненные, чистые
	2017	18–86 (48)	0.667–11.5 (6.4)	31–186 (104)	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые
	2018	8–83 (49)	1.9–11.5 (6.5)	57–163 (104)	Хорошее, умеренно-загрязненные, чистые

Примечание: показатели – минимальные и максимальные значения индексов (средние значения индексов).

По значениям индекса Гуднайта и Уитли состояние водотоков и водоемов было оценено преимущественно как хорошее (менее 60%). Его показатели в озерах, малых реках и средней реке достигали сомнительных характеристик (до 67%) только с появлением новых поколений малощетинковых червей. Лишь в одном случае в 2016 г. для ручьев индекс Гуднайта и Уитли был 86%, а Балушкиной – 11.5. Это, по-видимому, связано с обедненным качественным и количественным составом донных беспозвоночных в период паводка. Индекс Балушкиной характеризовал воды как относящиеся ко второму – четвертому классам качества. Уменьшение значений данного индекса было связано с сезонной динамикой вылета имаго отдельных групп хирономид, а увеличение – с появлением отродившихся личинок хирономид ранних возрастов. По интегральному показателю воды соответствовали второму и третьему классам качества, и состояние пресноводных экосистем заповедника «Болоньский» характеризовалось как «относительно удовлетворительное».

Обсуждение

На юге Дальнего Востока необходимым условием для поддержания сложившегося биологического разнообразия речных сообществ являются естественные динамические гидрологические циклы, характерные для муссонного климата (Богатов, Федоровский, 2017). Вследствие этого, при оценке количественных показателей зообентоса в различных (по глубине) водотоках и водоемах заповедника «Болоньский» следует учитывать, что средние и малые реки и глубокие протоки при низком уровне воды большей частью доступны для исследователей по продольному и поперечному профилю. Большие затруднения вызывает обследование медиали рек, ввиду сильной скорости течения и большой глубины, а также невозможность захода в притоки разного порядка на лодке через обмелевшие протоки и пересохшие озера. Изучение стариц, затонов и пойменных озер также очень затруднительно из-за сложности подхода к ним на транспорте и пешком, резкого свала в глубину, а также наличия грунтов с мощными отложениями растительных остатков. В период паводков отбор бентосных проб практически невозможен.

Видовой и количественный состав зообентоса водных объектов претерпевает меж-

годовые и сезонные изменения, обусловленные жизненными циклами беспозвоночных (например, массовым вылетом насекомых в летний и осенний периоды), а также некоторыми абиотическими факторами.

В водотоках формирование биомассы организмов бентоса в равнинном течении с продвижением к середине русла обычно падает, но их численность часто возрастает, т.к. в прибрежье грунты богаче органическим веществом, течение медленнее, и здесь могут существовать сравнительно крупные организмы. С продвижением к медиали реки удерживаться на течении могут только мелкие формы, прикрепляющиеся к песчинкам, и немногие крупные формы, зарывающиеся в песок. В низовьях равнинных рек в связи с однообразием грунтов распределение бентоса вновь становится более равномерным (Константинов, 1979). В реках песчаные грунты по количественному развитию и составу зообентоса отличаются своей бедностью, т.к. высокая скорость течения и подвижные грунты, не позволяют закрепиться донному населению (Боруцкий и др., 1952). В водотоках заповедника «Болоньский» средние плотность и биомасса зообентоса составляли соответственно 703 ± 122 экз./м² и 17.4 ± 6.0 г/м².

В водоемах максимальное видовое богатство и количественное развитие бентоса отмечается в литорали, меньшее в сублиторали и минимальное в профундали (Константинов, 1979). Причина низкой биомассы амурских озер объясняется значительными периодическими колебаниями уровня воды, который то повышается на несколько метров, то снижается, обнажая дно озера. Естественно при таких условиях способны существовать лишь очень немногие, стойкие к пересыханию и возможно к промерзанию водоемов организмы. В межлетний период все население озер, способное к активному движению, переходит в более глубокую зону, а также перекочевывает из озер в более глубокие протоки, соединяющие их с р. Амур (Боруцкий и др., 1952). В озерах средние показатели плотности донного населения и биомассы невысокие: 297 ± 91 экз./м² и 0.1 ± 0.1 г/м². По трофическому статусу водоемы заповедника «Болоньский», оцениваемые по биомассе зообентоса (1.5 г/м²) по классификации Китаева (2007), характе-

ризовались как β -олиготрофные («низкий» уровень продуктивности).

Наиболее разнообразно в бентосе водных объектов заповедника «Болоньский» представлены личинки насекомых, среди которых по видовому разнообразию лидирует семейство хирономид, что сопоставимо со всеми водно-болотными угодьями мира. Видовое богатство хирономид может превышать таковое позвоночных животных обитающих там, а олигохеты встречаются в большинстве (> 50%) из них (Batzer & Voix, 2016). Характерно отсутствие в сообществах оксифильных видов веснянок, деутерофлебиид, блефарид, которые преобладают в горных ручьях и реках Дальнего Востока. Большинство встреченных представителей беспозвоночных (~75%) из всех групп принадлежит преимущественно к широко известным пелофилам, псаммофилам, детритофилам из числа теплолюбивых и эвритермных форм, способных приспосабливаться к разным условиям окружающей среды. По разнообразию общего состава зообентоса водно-болотные угодья заповедника «Болоньский» сопоставимы с такими северо-восточного Китая (Wu et al., 2019). Они, в свою очередь, оказались наиболее сходными с водно-болотными угодьями прохладного и влажного климата Северной Америки и Европы (Wrubleski & Ross, 2011), верховыми болотами Вологодской области (Ивичева, Филиппов, 2017), дельты Волги (Тарасова, Зайцев, 2015), бассейном Верхнего Амура (Kuklin et al., 2013; Vazarova et al., 2017) и Среднего Амура (Смиренский, Смиренская, 2016; Тиунова и др., 2016; Яворская, 2017а).

Личинки поденок, ручейников, мошек, хирономид (Orthocladiinae и Prodiamesinae), двустворчатые моллюски, обнаруженные в водных объектах заповедника «Болоньский», являются индикаторами чистоты воды, несмотря на свою приспособленность к разным условиям окружающей среды. В больших реках смена доминирующих подсемейств и триб хирономид (Diamesinae, Orthocladiinae, Prodiamesinae, Tanytarsini, Tanypodinae, Chironominae) характерна для естественных изменений условий среды вниз по течению (Безматерных, 2007). Наглядным примером является наличие вида *Monodiamesa kamora* Makarchenko et Yavorskaya, 2008 (Prodiamesinae, Chironomidae), обитающего

только в чистой воде бассейна р. Симми. Периодическое чередование периодов межени и высокого уровня воды в не зарегулированных реках заповедника «Болоньский» положительно влияют на качество воды, количественные и качественные показатели водных животных. Так, паводковый период 2013 г. на р. Амур благополучно сказался на общей экологической обстановке в реке (Яворская, 2017б). Здесь постоянно обитают, нагуливаются и заходят на нерест многие ценные породы рыб, причем более 20 видов рыб бассейна р. Амур относятся к бентосоядным (Яворская, 2014). У некоторых беспозвоночных жизненный цикл связан между временными и постоянными водными объектами (некоторые Chironomidae, Dytiscidae, Ephemeroptera и др.) (Batzer & Voix, 2016), которыми изобилует заповедник «Болоньский».

Заключение

Впервые исследована структура и выявлены количественные показатели зообентоса в водных объектах заповедника «Болоньский». За период наблюдений (2015–2018 гг.) в составе донных животных обнаружено 168 таксонов. Основу таксономического богатства в водотоках и водоемах составляют личинки хирономид (87 видов или > 50% общего списка). Самыми распространенными и многочисленными видами в изученных водотоках являются хирономиды родов *Procladius*, *Chironomus*, *Polypedilum*, *Glyptotendipes*. К наиболее интересным находкам относятся моллюски *Amuranodonta boloniensis* (Zatravkin et Bogatov, 1987) и *Cristaria herculea* Middendorff, 1847, занесенные в Красные книги различных рангов, хирономиды *Monodiamesa kamora* Makarchenko et Yavorskaya, 2008 известные только из бассейна Нижнего Амура и *Axarus fundorum* (Albu, 1980) – новый вид для фауны России. Обнаружение ранее не известных в бассейне Нижнего Амура и на территории России гидробионтов значительно расширяют представление об их распространении и экологии. Вместе с тем, в составе сообщества присутствуют редкие и малоизвестные гидробионты, пока не найденные за пределами заповедника «Болоньский» (описанные как новые для науки), что говорит об уникальности водно-болотных угодий бассейна р. Амур и необходимости их сохранения.

В бентосе обнаружено 15 групп организмов (весной и летом – по 15 групп, осенью – 11). Самыми распространенными оказались эврибионтные виды комаров-звонцов из подсемейства Chironominae (100%), олигохеты (95%) и нематоды (43%). Редко отмечены гидры, планарии, водяные клещи и ослики, стрекозы, мошки, эфидриды, жуки (менее 10%). В категорию доминантов по плотности и биомассе в течение периода исследований входили олигохеты, моллюски, ручейники и хирономиды. На долю моллюсков приходилось до 89% от общей биомассы бентоса, а олигохет и хирономид, соответственно, 60% и 26% от общей его плотности.

Плотность донных организмов в течение всего периода исследования варьировала от 6 до 25110 экз./м² (в среднем 692 ± 119 экз./м²), с преобладанием летом (949 ± 221 экз./м²), биомасса от < 0.1 г/м² до 1181.9 г/м² (в среднем 16.9 ± 5.8 г/м²), с превалированием весной (33.4 ± 13.7 г/м²), что связано с жизненными циклами беспозвоночных и влиянием различных абиотических факторов в период проведения исследований (паводки, скорость течения, температура воды, кислородный режим, характер грунтов). В средней реке Симми средние показатели плотности составили 473 ± 76 экз./м², биомассы – 23.3 ± 9.7 г/м², в малых реках – 1298 ± 538 экз./м² и 11.2 ± 5.8 г/м², в ручьях – 824 ± 267 экз./м² и 8.6 ± 8.1 г/м². Невысокие количественные показатели бентоса выявлены в озерах (297 ± 91 экз./м² и 0.1 ± 0.1 г/м²), что является их естественным состоянием.

Наиболее бедным из грунтов оказался чистый песок в озерах и руслах рек. Наличие илисто-песчаных грунтов с примесью детрита на участках с замедленным течением в ключах и протоках создают большее количество пригодных биотопов для обитания гидробионтов, в отличие от основных русел равнинных рек. Благоприятные условия для формирования донных сообществ в водных объектах наблюдались на погруженных в воду корневых системах растений вдоль русел рек, в ключах, протоках, заливах и на заиленном песке с богатой примесью детрита при средней глубине 1.7 м.

Биоиндикационная оценка, показала, что водотоки и водоемы заповедника «Болоньский» находятся в хорошем состоянии (вода чистая), характеризуются высоким экологическим статусом и отвечают требованиям Европейской Рамочной водной директивы (WFD),

предъявляемым к созданию сети эталонных створов. Кратковременное повышение значений индексов связано только с жизненными циклами донных беспозвоночных. Видовой состав и количественное развитие зообентоса в водных объектах заповедника «Болоньский» определяются благоприятными для их развития экологическими факторами и отсутствием антропогенного воздействия.

Таким образом, в результате многолетних исследований на сложной и малоизученной территории бассейна Нижнего Амура были получены сведения о современном состоянии водной биоты, которые являются основой для дальнейших мониторинговых работ на особо охраняемой природной территории.

Благодарности

Автор благодарен Р.С. Андроновой, Л.Ю. Ясневу, И.А. Никитиной за организацию экспедиционных работ на территории заповедника «Болоньский» (Россия). Особую признательность автор выражает А.И. Белорус, А.В. Слободчикову, Е.А. Киселеву, А.В. Готванскому, В.С. Веденичеву и другим за оказанную помощь в ходе выполнения работ (ФГБУ «Заповедное Приамурье», филиал «Болоньский», Россия), а также В.А. Купцовой (ИВЭП ДВО РАН, Россия) за консультативную помощь в ходе написания статьи.

Дополнительная информация

Фауна донных беспозвоночных водных объектов заповедника «Болоньский» (Электронное приложение: Таксономический список донных беспозвоночных водных объектов заповедника «Болоньский») может быть найдена [здесь](#).

Литература

- Безматерных Д.М. 2007. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири. Вып. 85. Новосибирск. 87 с.
- Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.
- Богатов В.В., Федоровский А.С. 2017. Основы речной гидрологии и гидробиологии. Владивосток: Дальнаука. 384 с.
- Боруцкий Е.В., Ключарева О.А., Никольский Г.В. 1952. Донные беспозвоночные (зообентос) Амура и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 3. М.: Издание московского общества испытателей природы. С. 5–139.
- Вшивкова Т.С., Никитина И.А. 2010. Первые сведения о фауне пресноводных беспозвоночных водно-бо-

- лотных угодий «Болонь» // Материалы IX Дальневосточной конференции по заповедному делу (Владивосток, 20–22 октября 2010 г.). Владивосток: Дальнаука. С. 116–125.
- Засыпкина И.А., Самохвалов В.Л. 2015. Зообентос водотоков северного Охотоморья. Магадан: Кордис. 327 с.
- Ивичева К.Н., Филиппов Д.А. 2017. Водные макробеспозвоночные верховых болот центральной части Вологодской области // Труды Карельского научно-го центра РАН. №9. С. 30–45. DOI: 10.17076/eco472
- Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КНЦ РАН. 395 с.
- Ключарева О.А. 1952. Личинки ручейников (Trichoptera) бассейна Амура и их роль в питании рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 3. М.: Издание московского общества испытателей природы. С. 361–380.
- Константинов А.С. 1950. Хирономиды бассейна р. Амур и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 1. М.: Издание московского общества испытателей природы. С. 147–286.
- Константинов А.С. 1979. Общая гидробиология. М.: Высшая Школа. 480 с.
- Леванидов В.Я. 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Т. 45(148). Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 126–159.
- Лелей А.С. (ред.). 2006. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Двукрылые и блохи. Т. 6. Ч. 4. Владивосток: Дальнаука. 936 с.
- Лукин Е.И. 1962. Характерные черты фауны пиявок бассейна Амура // Известия ТИНРО. Т. 48. С. 195–202.
- Макарченко Е.А., Макарченко М.А., Зорина О.В., Яворская Н.М. 2008. Предварительные данные по фауне хирономид (Diptera, Chironomidae) бассейна реки Амур // Пресноводные экосистемы бассейна р. Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 187–208.
- Микулич Л.В. 1948. Опыт количественного учета бентоса и планктона части русла Амура и некоторых пойменных водоемов // Известия ТИНРО. Т. 27. С. 139–164.
- Прозорова Л.А., Макаренко В.П., Балан И.В. 2014а. Распространение моллюсков-живородок Viviparoidae (Caenogastropoda, Architaenioglossa) в бассейне Амура // Чтения памяти В.Я. Леванидова (19–21 марта 2014 г.). Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 543–551.
- Прозорова Л.А., Макаренко В.П., Ситникова Т.Я. 2014б. Моллюски рода *Parafossarulus* (Caenogastropoda, Rissoidae, Vithyniidae) в бассейне реки Амур // Чтения памяти В.Я. Леванидова (19–21 марта 2014 г.). Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 552–560.
- Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2011. Заключение // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна. Тольятти: Кассандра. С. 250–252.
- Семенченко В.П. 2004. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Орех. 125 с.
- Семькина Г.И. 2006. Обзор состояния и загрязнения озера Ханка по материалам государственной сети наблюдений за загрязнением окружающей среды // Проблемы сохранения водно-болотных угодий международного значения: озеро Ханка (10–11 июня 2006 г.). Владивосток: Идея. С. 190–200.
- Смиренский С.М., Смиренская Е.М. (ред.). 2016. Бассейн реки Гильчин: История. Водно-болотные угодья. Водные ресурсы. Владивосток: Дальнаука. 204 с.
- Соколов И.И. 1950. Водяные клещи (Hydrachnellae) по сборам Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 1. М.: Издание московского общества испытателей природы. С. 375–378.
- Сокольская Н.Л. 1958. Пресноводные малощетинковые черви бассейна Амура // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 4. М.: Издательство МГУ. С. 287–358.
- Тарасова О.Г., Зайцев В.Ф. 2015. Современное состояние бентофауны и оценка качества воды каналов дельты Волги // Юг России: экология, развитие. Т. 10(4). С. 69–75.
- Тиунова Т.М. (ред.). 2003. Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России. М.: Издательство ВНИРО. 95 с.
- Тиунова Т.М., Горюва Е.А. 2011. Фауна поденок (Insecta, Ephemeroptera) Нижнего Амура и его левобережных притоков // Чтения памяти В.Я. Леванидова (21–23 марта 2011 г.). Вып. 5. Владивосток: Дальнаука. С. 522–539.
- Тиунова Т.М., Тесленко В.А., Яворская Н.М., Макаренко М.А., Шестеркин В.П. 2016. Макрозообентос водотоков нижнего течения реки Бурея в зоне строительства Нижне-бурейского гидроузла (Амурская область) // Жизнь пресных вод. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 197–220.
- Цалолихин С.Я. (ред.). 1994. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Низшие беспозвоночные. Т. 1. Санкт-Петербург. 369 с.
- Цалолихин С.Я. (ред.). 1995. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные. Т. 2. Санкт-Петербург. 628 с.
- Цалолихин С.Я. (ред.). 1997. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Паукообразные. Низшие насекомые. Т. 3. Санкт-Петербург. 448 с.
- Цалолихин С.Я. (ред.). 2000. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Двукрылые насекомые. Т. 4. СПб.: Наука. 1000 с.

- Цалолихин С.Я. (ред.). 2001. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые. Т. 5. СПб.: Наука. 825 с.
- Цалолихин С.Я. (ред.). 2004. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Моллюски, Полихеты, Немертины. Т. 6. СПб.: Наука. 527 с.
- Чернова О.А. 1952. Поденки (Ephemeroptera) бассейна реки Амура и прилежащих вод и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. 3. М.: Издание московского общества испытателей природы. С. 229–360.
- Яворская Н.М. 2014. Структура донного сообщества протоки Амурской реки Амур (окрестности г. Хабаровск) до катастрофического паводка 2013 г. // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова (19–21 марта 2014 г.). Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 778–786.
- Яворская Н.М. 2017а. Структура бентосных сообществ водотоков в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова (22–22 марта 2017 г.). Вып. 7. Владивосток: ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. С. 267–277.
- Яворская Н.М. 2017б. Состояние реки Амур после катастрофического наводнения 2013 г.: оценка изменений в структуре зообентоса на примере протоки Амурская (окрестности г. Хабаровск) // Вода: химия и экология. №2. С. 51–58.
- Яворская Н.М., Макаренко Е.А. 2018. Первые сведения по составу и структуре зообентоса реки Симми природного заповедника «Болоньский» (Хабаровский край) // Современные проблемы регионального развития (9–11 октября 2018 г.). Биоробиджан: ИКАРП ДВО РАН. С. 225–227.
- Яворская Н.М., Орел О.В., Макаренко М.А., Макаренко Е.А. 2016. Фауна комаров-звонцов (Diptera, Chironomidae) природного заповедника «Болоньский» (Хабаровский край) // Евразийский энтомологический журнал. Т. 3(15). С. 201–210.
- Balushkina E.V. 2009. Assessment of the Neva Estuary ecosystem state on the basis of structural characteristics of benthic animal communities in 1994–2005 // *Inland Water Biology*. Vol. 2(4). P. 355–363. DOI: 10.1134/S1995082909040105
- Batzer D.P., Boix D. 2016. An introduction to freshwater wetlands and their invertebrates // *Invertebrates in Freshwater Wetlands: An International Perspective on Their Ecology* / D.P. Batzer, D. Boix (Eds). New York: Springer. P. 1–24.
- Bazarova B.B., Itgilova M.T., Dulmaa A., Matafonov P.V., Tsybekmitova G.T., Tashlykova N.A., Afonina E.Y., Ayushsuren C. 2017. Diversity of communities and quantitative parameters of hydrobionts in lakes of the Onon-Toreisk Plain // *Biology Bulletin*. Vol. 2. P. 193–202. DOI: 10.1134/S1062359016060030
- Kuklin A.P., Tsybekmitova G.T., Gorlacheva E.P. 2013. State of lake ecosystems in Onon-Toreisk plain in 1983–2011 (Eastern Transbaikalia) // *Arid Ecosystems*. Vol. 3(3). P. 122–130. DOI: 10.1134/S2079096113030062
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2009. *Propilocerus amurensis* sp.n. (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae) from Amur River basin (Russian Far East) // *Euroasian Entomological Journal*. Vol. 8(2). P. 261–263.
- Makarchenko E.A., Velyaev O.A., Yavorskaya N.M. 2018. Morphological redescription and DNA barcoding of *Monodiamesa kamora* Makarchenko et Yavorskaya (Diptera: Chironomidae) from the Amur river basin (Russian Far East) // *Far Eastern Entomologist*. Vol. 359. P. 1–8. DOI: 10.25221/fee.350.1
- Mirzaei M., Khovand H. 2015. Prevalence of *Argulus foliaceus* in ornamental fishes [goldfish (*Carassius auratus*) and Koi (*Cyprinus carpio*)] in Kerman, southeast of Iran // *Journal of Parasitic Diseases*. Vol. 39(4). P. 780–782. DOI: 10.1007/s12639-013-0406-2
- Wrubleski D.A., Ross L.C.M. 2011. Aquatic Invertebrates of Prairie Wetlands: Community Composition, Ecological Roles, and Impacts of Agriculture // *Arthropods of Canadian Grasslands (Vol. 2): Inhabitants of a Changing Landscape* / K.D. Floate (Ed.). Ottawa (ON): Biological Survey of Canada. P. 91–116. DOI: 10.3752/9780968932155.ch5
- Wu H., Guan Q., Lu K., Batzer D.P. 2019. Aquatic macroinvertebrate assemblages in wetlands of Northeastern China // *Hydrobiologia*. Vol. 838. P. 153–162. DOI: 10.1007/s10750-019-03984-6

References

- Balushkina E.V. 2009. Assessment of the Neva Estuary ecosystem state on the basis of structural characteristics of benthic animal communities in 1994–2005. *Inland Water Biology* 2(4): 355–363. DOI: 10.1134/S1995082909040105
- Batzer D.P., Boix D. 2016. An introduction to freshwater wetlands and their invertebrates. In: D.P. Batzer, D. Boix (Eds.): *Invertebrates in Freshwater Wetlands: An International Perspective on Their Ecology*. New York: Springer. P. 1–24.
- Bazarova B.B., Itgilova M.T., Dulmaa A., Matafonov P.V., Tsybekmitova G.T., Tashlykova N.A., Afonina E.Y., Ayushsuren C. 2017. Diversity of communities and quantitative parameters of hydrobionts in lakes of the Onon-Toreisk Plain. *Biology Bulletin* 2: 193–202. DOI: 10.1134/S1062359016060030
- Bezmaternykh D.M. 2007. *Zoobenthos as an indicator of water ecosystems' state in Western Siberia*. Vol. 85. Novosibirsk. 87 p. [In Russian]
- Bogatov V.V. 1994. *Ecology of river communities of the Russian Far East*. Vladivostok: Dalnauka, 218 p. [In Russian]
- Bogatov V.V., Fedorovskiy A.S. 2017. *Basics of river hydrology and hydrobiology*. Vladivostok: Dalnauka. 384 p. [In Russian]

- Borutsky E.V., Klyuchareva O.A., Nikolsky G.V. 1952. Bottom invertebrates (zoobenthos) of Amur and their role in feeding Amur fishes. In: *Proceedings of the Amur ichthyological expedition of 1945–1949*. Vol. 3. Moscow: Publication of the Moscow Society of Naturalists. P. 5–139. [In Russian]
- Chernova O.A. 1952. Mayflies (Ephemeroptera) in the Amur River basin and adjacent waters and their role in Amur fish feeding. In: *Proceedings of the Amur ichthyological expedition of 1945–1949*. Vol. 3. Moscow: Publication of the Moscow Society of Naturalists. P. 229–360. [In Russian]
- Ivicheva K.N., Philippov D.A. 2017. Aquatic macroinvertebrates of raised bogs in the central part of the Vologda region, Russia. *Transactions of KarRC RAS* 9: 30–45. DOI: 10.17076/eco472 [In Russian]
- Kitaev S.P. 2007. *Limnology basics for hydrobiologists and ichthyologists*. Petrozavodsk: KSC RAS. 395 p. [In Russian]
- Klyuchareva O.A. 1952. Trichoptera larvae in the Amur river basin and their role in fish nutrition. In: *Proceedings of the Amur ichthyological expedition of 1945–1949*. Vol. 3. Moscow: Publication of the Moscow Society of Naturalists. P. 361–380. [In Russian]
- Konstantinov A.S. 1950. Chironomids basin. Amur and their role in feeding Amur fish. In: *Proceedings of the Amur ichthyological expedition of 1945–1949*. Vol. 3. Moscow: Publication of the Moscow Society of Naturalists. P. 147–286. [In Russian]
- Konstantinov A.S. 1979. *General Hydrobiology*. Moscow: Vysshaya Shkola. 480 p. [In Russian]
- Kuklin A.P., Tsybekmitova G.T., Gorlacheva E.P. 2013. State of lake ecosystems in Onon-Torei plain in 1983–2011 (Eastern Transbaikalia). *Arid Ecosystems* 3(3): 122–130. DOI: 10.1134/S2079096113030062
- Leley A.S. (Ed.). 2006. *Key to the insects of Russian Far East. Diptera and Siphonaptera*. Vol. 6. Part 4. Vladivostok. Dalnauka. 936 p. [In Russian]
- Levanidov V.Ya. 1977. Biomass and structure of benthic biocenoses in the River Kedrovaya. In: V.Ya. Levanidov, I.M. Levanidova, E.A. Makarchenko (Eds.): *Freshwater fauna in the Kedrovaya Pad Reserve*. Vol. 45(148). Vladivostok: FESC AS USSR. P. 126–159. [In Russian]
- Lukin E.I. 1962. Diagnostic features of the leech fauna in the Amur river basin. *Izvestiya TINRO* 48: 195–202. [In Russian]
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A. 2009. *Propsilocerus amurensis* sp.n. (Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae) from Amur River basin (Russian Far East). *Euroasian Entomological Journal* 8(2): 261–263.
- Makarchenko E.A., Makarchenko M.A., Zorina O.V., Yavorskaya N.M. 2008. Preliminary data on chironomid fauna (Diptera, Chironomidae) in the Amur river basin. In: E.A. Makarchenko, V.V. Bogatov, L.A. Medvedeva, T.M. Tiunova, S.Yu. Storozhenko (Eds.): *Freshwater ecosystems in the Amur River basin*. Vladivostok: Dalnauka. P. 187–208. [In Russian]
- Makarchenko E.A., Velyaev O.A., Yavorskaya N.M. 2018. Morphological redescription and DNA barcoding of *Monodiamesa kamora* Makarchenko et Yavorskaya (Diptera: Chironomidae) from the Amur river basin (Russian FAR EAST). *Far Eastern Entomologist* 359: 1–8. DOI: 10.25221/fee.350.1
- Mikulich L.V. 1948. Experience in quantitative accounting of benthos and plankton in part of the Amur riverbed and some floodplain water bodies. *Izvestiya TINRO* 27: 139–164. [In Russian]
- Mirzaei M., Khovand H. 2015. Prevalence of *Argulus foliaceus* in ornamental fishes [goldfish (*Carassius auratus*) and Koi (*Cyprinus carpio*)] in Kerman, southeast of Iran. *Journal of Parasitic Diseases* 39(4): 780–782. DOI: 10.1007/s12639-013-0406-2
- Prozorova L.A., Makarenko V.P., Balan I.V. 2014a. Distribution of Gastropods Viviparoida (Caenogastropoda, Architaenioglossa) in the Amur river basin. In: E.A. Makarchenko, V.V. Bogatov, T.M. Tiunova, V.A. Teslenko, L.A. Medvedeva (Eds.): *V.Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings (19–21 March, 2014)*. Vol. 6. Vladivostok: Dalnauka. P. 543–551. [In Russian]
- Prozorova L.A., Makarenko V.P., Sitnikova T.Ya. 2014b. Mollusks of the genus *Parafossarulus* (Caenogastropoda, Risssooidea, Bithyniidae) in the Amur river basin. In: E.A. Makarchenko, V.V. Bogatov, T.M. Tiunova, V.A. Teslenko, L.A. Medvedeva (Eds.): *V.Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings (19–21 March, 2014)*. Vol. 6. Vladivostok: Dalnauka. P. 552–560. [In Russian]
- Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. 2011. Conclusion. In: *Small rivers in the Volga basin: freshwater ecosystems characteristics*. Togliatti: Kassandra. P. 250–252. [In Russian]
- Semenchenko V.P. 2004. *The Principles and system of bioindication of fluid water*. Minsk: Orekh. 125 p. [In Russian]
- Semykina G.I. 2006. The review of the condition and pollution of Khanka Lake by materials of the State monitoring network of environmental pollution. In: Yu.N. Glushchenko, V.V. Gerstein (Eds.): *Conservation problems for wetlands of international value: Khanka Lake (10–11 June, 2006)*. Vladivostok: Ideya. P. 190–200. [In Russian]
- Smirenskiy S.M., Smirenskaya E.M. (Eds.). 2016. *Giltchin river watershed. History. Wetlands. Water resources*. Vladivostok: Dalnauka. 204 p. [In Russian]
- Sokolov I.I. 1950. Water mites (Hydrachnellae) from the collection of the Amur ichthyological expedition 1945–1949. In: *Proceedings of the Amur ichthyological expedition of 1945–1949*. Vol. 1. Moscow: Publication of the Moscow Society of Naturalists. P. 375–378. [In Russian]
- Sokolskaya N.L. 1958. Freshwater small-necked worms in the Amur river basin. In: *Proceedings of the Amur ichthyological expedition of 1945–1949*. Vol. 4. Moscow: Publishing House of Moscow State University. P. 287–358. [In Russian]

- Tarasova O.G., Zaitsev V.F. 2015. Current state of benthic fauna and water quality assessment in channels of the Volga river delta. *South of Russia: ecology, development* 10(4): 69–75. [In Russian]
- Tiunova T.M. (Ed.). 2003. *Guidelines for the collection and determination of zoobenthos in hydrobiological studies of watercourses in the Russian Far East*. Moscow: VNIRO Publishing House. 95 p. [In Russian]
- Tiunova T.M., Gorovaya E.A. 2011. Fauna of mayflies (Insecta, Ephemeroptera) in the Lower Amur River and its left-bank tributaries. In: E.A. Makarchenko, V.V. Bogatov, T.M. Tiunova, L.A. Medvedeva (Eds.): *V.Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings (21–23 March, 2011)*. Vol. 5. Vladivostok: Dalnauka. P. 522–539. [In Russian]
- Tiunova T.M., Teslenko V.A., Yavorskaya N.M., Makarchenko M.A., Shesterkin V.P. 2016. Macrozoobenthos in the watercourses of the Bureya River downstream in the construction zone of the Lower Bureya hydroelectric power station (Amurskaya oblast). In: *Freshwater Life*. Vol. 2. Vladivostok: Dalnauka P. 197–220. [In Russian]
- Tsalolikhin S.Ya. (Ed.). 1994. *The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent areas. Lower invertebrates*. St. Petersburg. Vol. 1. 400 p. [In Russian]
- Tsalolikhin S.Ya. (Ed.). 1995. *The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent areas. Crustacea*. Vol. 2. St. Petersburg. 630 p. [In Russian]
- Tsalolikhin S.Ya. (Ed.). 1997. *The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent areas. Arachnida. Lower insects*. Vol. 3. St. Petersburg. 442 p. [In Russian]
- Tsalolikhin S.Ya. (Ed.). 2000. *The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent areas. Diptera*. Vol. 4. St. Petersburg: Nauka. 1000 p. [In Russian]
- Tsalolikhin S.Ya. (Ed.). 2001. *The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent areas. Higher insects*. Vol. 5. St. Petersburg: Nauka. 825 p. [In Russian]
- Tsalolikhin S.Ya. (Ed.). 2004. *The key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent areas. Mollusca, Polychaeta, Nemertea*. Vol. 6. St. Petersburg: Nauka. 528 p. [In Russian]
- Vshivkova T.S., Nikitina I.A. 2010. The first data on the fauna of freshwater invertebrates in Bolon wetlands. In: Yu.I. Zhuravlev (Ed.): *IX Far-Eastern Conference on Nature Conservation Problems (Vladivostok, 20–22 October, 2010)*. Vladivostok: Dalnauka. P. 116–125. [In Russian]
- Wrubleski D.A., Ross L.C.M. 2011. Aquatic Invertebrates of Prairie Wetlands: Community Composition, Ecological Roles, and Impacts of Agriculture. In: K.D. Floate (Ed.): *Arthropods of Canadian Grasslands (Vol. 2): Inhabitants of a Changing Landscape*. Ottawa (ON): Biological Survey of Canada. P. 91–116. DOI: 10.3752/9780968932155.ch5
- Wu H., Guan Q., Lu K., Batzer D.P. 2019. Aquatic macroinvertebrate assemblages in wetlands of Northeastern China. *Hydrobiologia* 838: 153–162. DOI: 10.1007/s10750-019-03984-6
- Yavorskaya N.M. 2014. Structure of benthic community in Amurskaya channel (river Amur, vicinity of Khabarovsk) before a catastrophic flood in 2013. In: E.A. Makarchenko (Ed.): *V.Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings (19–21 March, 2014)*. Vol. 6. Vladivostok: Dalnauka. P. 778–786. [In Russian]
- Yavorskaya N.M. 2017a. Structure of benthic communities in watercourses in the construction area of the Nizhne-Bureyskaya Hydroelectric power station. In: E.A. Makarchenko (Ed.): *V.Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings (20–22 March, 2017)*. Vol. 7. Vladivostok: FSC Biodiversity FEB RAS. P. 267–277. [In Russian]
- Yavorskaya N.M. 2017b. Amur River status after the catastrophic flood in 2013: assessment of changes in the zoobenthos structure on the example of the Amurskaya channel (Khabarovsk vicinity). *Water: chemistry and ecology* 2: 51–58. [In Russian]
- Yavorskaya N.M., Makarchenko E.A. 2018. The first data on the composition and structure of zoobenthos in the river Simmi of the Bolonsky State Nature Reserve (Khabarovsk Krai). In: E.Ya. Frisman (Ed.): *VII All-Russian Scientific Conference Present Problems of Regional Development (Birobidzhan, 09–11 October, 2018)*. Birobidzhan: IKARP FEB RAS. P. 225–227. [In Russian]
- Yavorskaya N.M., Orel O.V., Makarchenko M.A., Makarchenko E.A. 2016. The chironomid fauna (Diptera, Chironomidae) of the Bolonsky Nature Reserve (Khabarovsk Territory). *Euroasian Entomological Journal* 15(3): 201–210. [In Russian]
- Zasypkina I.A., Samokhvalov V.L. 2015. Zoobenthos in the watercourses in the northern Okhotsk Sea Coast. Magadan: Kordis. 327 p. [In Russian]

ZOOBENTHOS IN WATERCOURSES AND WATER BODIES IN THE BOLONSKY STATE NATURE RESERVE (RUSSIA)

Nadezhda M. Yavorskaya^{1,2}

¹*Institute for Water and Ecological Problems FEB RAS, Russia*

²*Joint Directorate of State Natural Reserves and National Parks of Khabarovsk Territory, Russia*

e-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru

Invertebrates play a major role in food chains, being the main feed stock for many vertebrates. So far, the benthic fauna communities are still poorly studied in many water body types, including wetlands in the River Amur basin. In 2015–2018, we conducted for the first time the study of zoobenthos in water bodies located in the Bolonsky State Nature Reserve (Khabarovsk Krai, Russia). We present data on the general taxonomic composition and occurrence of benthic invertebrates in rivers and lakes. In addition, information on the structure, density and biomass of their populations is provided. The environmental assessment of the water bodies of the Protected Area has been performed on the basis of zoobenthos composition. Quantitative samples of benthos were collected using the GR-91 rod bottom scoop from a depth from 50 cm to 400 cm and using the folding benthometer until a 25-cm depth. All sampled were fixed in a 4% formalin solution. Amphibiotic insect adults were collected using an entomological net and light traps. These samples were fixed in a 75–96% ethanol solution and processed according to the generally accepted methods. A total of 168 taxa from 15 systematic hydrobiont groups were recorded. The majority of them were Chironomidae (87 species), Trichoptera (18 species) and Ephemeroptera (16 species). Quantitative indicators of organisms were correlated with the seasonal fluctuations in the hydrological regime and the soil type. During floods, the quantitative sampling of zoobenthos was impossible. During a low-water period, studies were available predominantly in small and medium rivers and channels in which entry by boat is possible. In lakes, we found low quantitative values of density and biomass of benthos (297 ± 91 individuals/m² and 0.1 ± 0.1 g/m²). The average values of density and biomass were respectively 824 ± 267 individuals/m² and 8.6 ± 8.1 g/m² in streams, 1298 ± 538 individuals/m² and 11.2 ± 5.8 g/m² in small rivers, and 473 ± 76 individuals/m², and 23.3 ± 9.7 g/m² in medium rivers. Clean sand was the poorest soil in lakes and rivers. In areas with a slowed flow in springs and channels, the presence of silty-sandy soils with an admixture of detritus provides a higher number of habitats suitable for the aquatic organisms in contrast to the main riverbeds of lowlands. We demonstrated that in water bodies, the conditions favourable for the benthic communities are observed on plant root systems immersed in water along riverbeds, in channels and bays, and on silty sands with a rich admixture of detritus at an average depth of 1.7 m. The density and biomass of zoobenthos varied from 6 individuals/m² to 25 110 individuals/m² and from < 0.1 g/m² to 11 81.9 g/m². The average density of benthic populations was 692 ± 119 individuals/m² and the average biomass – 16.9 ± 5.8 g/m². High values of benthos density were recorded in the summer period, while high values of the benthos biomass was observed in the spring period. During the vegetative seasons, Chironomidae, Oligochaeta, Mollusca, and Trichoptera dominated in the zoobenthos composition. This is related with their life cycles and the influence of various abiotic factors (floods, current velocity, water temperature, oxygen regime, soil nature). We found that the proportion of Mollusca was 89% of the total zoobenthos biomass, while proportions of Oligochaeta and Chironomidae were respectively 60% and 26% of the total density. Higher values of the occurrence frequency were demonstrated for Chironomidae (100%) and Oligochaeta (95%). Hydra, Planaria, aquatic mites, Asellidae, Odonata, black flies, Ephydriidae, and Coleoptera were rarely recorded ($< 10\%$). Permanent components of the benthic communities were eurybionts and limnobionts belonging to Chironomidae, Oligochaeta and Nematoda, which inhabit preferably channels and sites with a slowed current velocity, namely lakes and mires. The absence of oxyphilic species of Plecoptera, Deuterophlebiidae, and Blephariceridae was characteristic. This is comparable with wetlands around the world. The most interesting records were *Amuranodonta boloniensis* and *Cristaria herculea* included in the various-rank Red Data Books, as well as *Monodiamesa kamora* known only in the Lower Amur River basin. Two Chironomidae species, *Heterotrissocladius simmiensis*, *Prosilocerus amurensis*, have been described for science for the first time on the basis of samples collected in the Bolonsky State Nature Reserve. Finally, *Axarus fundorum* is a new species in the Russian fauna. According to biological indication data, the water bodies of the Bolonsky State Nature Reserve belong to a clean type. They are characterised by high environmental status and meet the requirements of the European Framework Water Directive (WFD), which is required to create a network of reference targets. The presence of new and threatened species indicates the uniqueness of the wetlands in the Lake Bolon neighbourhood and the need for their conservation and further investigations.

Key words: biomass, bottom invertebrates, community structure, diversity, environmental status, population density, Protected Area, River Amur basin, seasonal dynamics, wetlands