

МАКРОЗООБЕНТОС ВОДОТОКОВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ БУРЕЯ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НИЖНЕ-БУРЕЙСКОГО ГИДРОУЗЛА (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Т.М. Тиунова¹, В.А. Тесленко¹, Н.М. Яворская²,
М.А. Макаrenchенко¹, В.П. Шестеркин²**

¹*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100 летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022
Россия. E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru; teslenko@ibss.dvo.ru*

²*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Дикопольцева, 56, Хабаровск, 680000
Россия. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru; shesterkin@ivep.as.khb.ru*

В статье приведены результаты гидробиологического мониторинга фонового состояния правых притоков (Синель, Пайканчик, Большие Симичи, Дея) нижнего течения р. Бурей и её основного русла ниже плотины Нижне-Бурейской ГЭС в 2012–2014 гг. Показано, что притоки, формирующие качество воды Нижне-Бурейского водохранилища, характеризуются сообществами донных беспозвоночных с относительно высоким видовым богатством фауны, что типично для чистых горных и предгорных рек юга Дальнего Востока России. Высокое разнообразие поденок, веснянок, ручейников, хирономид и стабильная структура сообществ на протяжении трехлетнего периода указывает на отсутствие антропогенного воздействия. Участок основного русла р. Бурей ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС по результатам наших исследований подвержен загрязнению. Установлено, что видовое богатство беспозвоночных в р. Бурей значительно ниже, чем в её притоках, что указывает на антропогенное влияние строительства Нижне-Бурейской ГЭС.

MACROZOOBENTHOS IN THE STREAMS OF THE BUREYA RIVER DOWNSTREAM IN THE CONSTRUCTION ZONE OF THE LOWER BUREYA HYDROELECTRIC POWER STATION (AMURSKAYA OBLAST)

**T.M. Tiunova¹, V.A. Teslenko¹, N.M. Yavorskaya²,
M.A. Makarchenko¹, V.P. Shesterkin²**

¹*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch,
100 let Vladivostoku Avenue 159, Vladivostok, 690022 Russia.
E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru; teslenko@ibss.dvo.ru*

²*Institute for Water and Ecological Problems, Far East Branch, 56 Dikopoltsev Str.,
Khabarovsk, 680000 Russia. E-mail: yavorskaya@ivep.as.khb.ru; shesterkin@ivep.as.khb.ru*

The paper deals with the results of hydro-biological monitoring of the background state of the right tributaries (Sinel', Paykanchik, Big Simichi, Deya) of the Bureya River downstream and its mainstream below the dam at the Lower Bureya Hydroelectric Power Stations (HPS) in 2012–2014. It is shown that the tributaries that form the water quality of the Lower Bureya Reservoir, characterized by communities of benthic invertebrates with relatively high species richness, which is typical for the clean mountain and foothill rivers

on the south of the Russian Far East. High diversity of mayflies, stoneflies, caddisflies, chironomids and stable community structures during the three-year period indicates the absence of human impact. On the results of our research the part of the Bureya River mainstream below construction of Lower-Bureya HPS is exposed to pollution. It was found that the species richness of invertebrates in the Bureya R. mainstream is significantly lower than in Bureya R. tributaries, indicating that anthropogenic influence the construction of Lower-Bureya HPS.

Введение

Строительство гидротехнических сооружений сопровождается механическим перемещением больших объемов грунта со дна водных объектов и при земельно-скальных работах, использованием строительной техники, что может привести к изменению качества речных вод, загрязнению их нефтепродуктами и взвешенными веществами. Поэтому кроме технических мероприятий, направленных на снижение нежелательных последствий строительства, возникает необходимость ведения мониторинга поверхностных водных объектов в зоне влияния строящихся гидроузлов.

Наблюдения за качеством воды поверхностных водных объектов выполнялись в 2012-2014 гг. во исполнение обязательств ИВЭП ДВО РАН по договору 06/12 от 21 июня 2012 г. с ОАО «Нижне-Бурейская ГЭС по теме «Реализация программы мониторинга водного объекта на период строительства, включая мероприятия по снижению негативного воздействия».

Цель настоящей работы состояла в оценке фонового состояния структурных характеристик сообществ макрозообентоса в водотоках нижнего течения р. Бурей, формирующих качество воды Нижне-Бурейского водохранилища.

В течение большого периода времени с начала заключения договора до 23 сентября 2014 г. бессменным руководителем работ по договору являлся заведующий Лабораторией гидроэкологии и биогеохимии, руководитель Межрегионального центра экологического мониторинга гидроузлов ИВЭП ДВО РАН, к.б.н. С.Е. Сиротский

Материал и методы

Обследование малых водотоков в нижнем течении р. Бурей проводилось с 10 по 12 июля 2012 г., с 27 по 29 июня 2013 г. и с 3 по 4 июля 2014 г. Гидробиологические исследования осуществлялись на правобережных притоках р. Бурей на реках Дея, Синель, Большие Симичи, Пайканчик и на основном русле р. Бурей ниже строительства плотины Нижне-Бурейской ГЭС. Схема расположения станций отбора представлена на рисунке 1.

Количественный учет донных беспозвоночных осуществлялся бентометром конструкции В.Я. Леванидова (1976) в нашей модификации с площадью захвата 0,0625 м² (Тиунова, 2003), а также скребком в модификации С.Е. Сиротского. Собранный материал фиксировался 4%-ным раствором формальдегида и обрабатывался по общепринятой методике (Тиунова, 2003). Качественные сборы бентоса проводились с помощью ловушки методом принудительного дрейфа, имаго амфибиотических насекомых собирались энтомологическим сачком методом кошени и фиксировались 75%-ным этанолом (Тиунова и др., 2003). Ниже приводятся некоторые гидрологи-

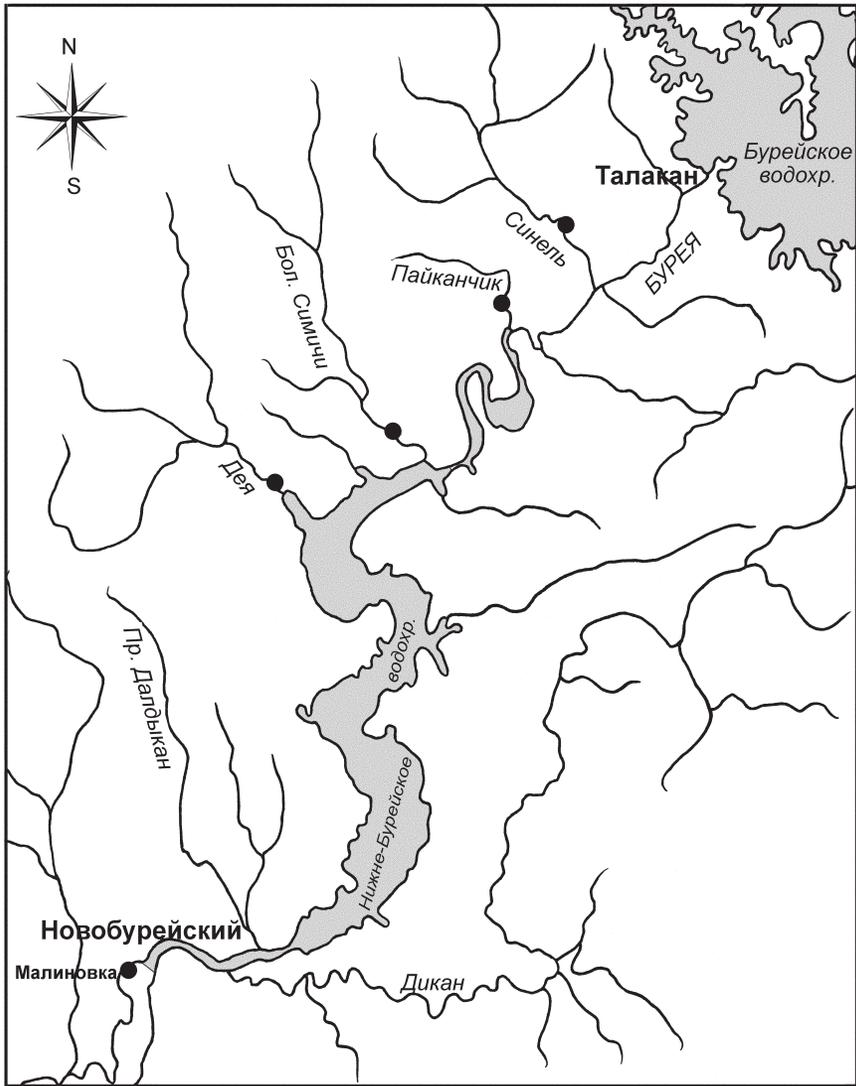


Рис. 1. Схема отбора проб макрозообентоса на притоках проектируемого Нижне-Бурейского водохранилища. Точками обозначены места отбора материала.

ческие показатели водотоков и количество отобранных проб на каждой станции. Всего за этот период собрано 32 количественных, 18 качественных проб бентоса и 38 имагинальных проб (табл. 1).

Оценку качества вод проводили по составу водных животных. При анализе первичных данных применялся комплекс простых коэффициентов, которые дают адекватную оценку качественным и количественным изменениям сообществ донных беспозвоночных в ответ на любые виды антропогенного воздействия.

1. Соотношение биомассы насекомых к биомассе олигохет (j) – индекс Кинга и Балла (King, Ball, 1964). При сильном загрязнении j соответствует пропорции 0:1, в чистой реке – 612:1.

Таблица 1

**Места и сроки отбора количественных и качественных проб бентоса
в басс. р. Бурей в июне-июле 2012–2014 гг.**

Водоток	Дата	Место сбора	T _{воды} , °C	pH	Н, см	Кол.	Кач.	Им.
Синель	10.07.12	перекат	17,8	7,23	35	1	1	3
Синель	10.07.12	плес	17,8	7,23	70	1	-	-
Дея	11.07.2	перекат	11,4	6,57	20–35	3	1	3
Большие Симичи	11.07.12	перекат	18,7	7,39	20–25	2	1	3
Пайканчик	11.07.12	перекат	18,3	7,02	15–20	2	1	3
Бурей, правый берег, ниже плотины НБ ГЭС	12.07.12	затон	12,3	7,5	80	2	1	3
Бурей, левый берег, ниже плотины НБ ГЭС	12.07.12	перекат	10,3	6,75	60	1	1	3
Бурей, левый берег, выше плотины НБ ГЭС	12.07.12	перекат	10,0				3	3
Бурей, центр реки, ниже плотины НБ ГЭС	12.07.12	перекат	10,0			2	-	3
Синель	27.06.13	перекат	19,7	6,71	20	1	1	1
Дея	27.06.13	плес	19,4	7,23	45	1	-	-
Дея	29.06.13	перекат	13,3	6,72	25	1	1	1
Дея	29.06.13	плес	13,3	6,72	30–35	1	-	-
Большие Симичи	29.06.13	перекат	14,2	6,86	18	1	1	1
Пайканчик	29.06.13	плес	14,2	6,86	17	1	-	-
Пайканчик	27.06.13	перекат	15,9	6,72	15	1	1	1
Пайканчик	27.06.13	плес	15,9	6,72	13	1	-	-
Бурей, ниже плотины НБ ГЭС	03.07.14	перекат	13,6		20	1	1	2
Бурей, ниже плотины НБ ГЭС	03.07.14	плес	13,6		15–20	1	-	
Синель	04.07.14	перекат	22,0		15–20	1	1	2
Синель	04.07.14	плес	22,0		50	1	-	-
Дея	03.07.14	перекат	19,6		10	1	1	2
Дея	03.07.14	плес	20,0		20–25	1	-	-
Большие Симичи	04.07.14	перекат	15,0		10–15	1	1	2
Большие Симичи	04.07.14	плес	14,2		10	1	-	-
Пайканчик	04.07.14	перекат	15,0		10–15	1	1	2
Пайканчик	04.07.14	плес	15,0		10	1	-	-
Всего						32	18	38

Примечание: Н – глубина, Кол. – количественные пробы, Кач. – качественные, Им. – имагинальные.

2. Индекс *EPT* – индикаторной группы беспозвоночных из отрядов поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera), наименее толерантных к различным видам загрязнения. Оценка экологического состояния водотока определялась по критериям, представленным в таблице 2. При использовании этого индекса необходимо учитывать сезонные изменения видового состава, связанные с вылетом имаго, и размер водотока.

При определении структуры сообщества использовалась классификация А.М. Чельцова-Бebutова в модификации В.Я. Леванидова (1977), по которой домини-

Таблица 2

Критерии оценки экологического состояния водотоков по индикаторным группам беспозвоночных (индекс ЕРТ)

Классификация по качеству	Число видов ЕРТ			Общее число видов		
	Горные	Предгорные	Равнинные	Горные	Предгорные	Равнинные
Очень хорошее	>41	>31	>27	>91	>91	>83
Хорошее	32-41	24-31	21-27	77-91	77-91	65-83
Хорошее-среднее	22-31	16-23	14-20	61-76	61-76	52-67
Среднее	12-21	8-15	7-13	46-60	46-60	36-51
Плохое	0-11	0-7	0-6	0-45	0-45	0-35

нанты от общей численности составляют 15% и более, субдоминанты – 5.0-14.9, второстепенные виды – 1-4.9%, третьестепенные – менее 0.1%.

Краткая физико-географическая характеристика водотоков в зоне влияния Нижне-Бурейской ГЭС

Река Бурей образуется от слияния Правой илевой Буреи, дренирующих склоны хребтов Дуссе–Алинь и Ям–Алинь с высоты 560 м над уровнем моря, и двумя рукавами впадает в р. Амур на 1666 км от его устья. Длина реки от слияния 623 км, от истока Правой Буреи 739 км, площадь водосбора 70 700 км².

Створ плотины Нижне-Бурейской ГЭС расположен в 89 км от устья, создаваемое водохранилище распространится по р. Бурей примерно на 90 км. Площадь водосбора в створе ГЭС составит 67400 км² (Мордовин и др., 2006). Верхняя часть бассейна находится в зоне многолетней мерзлоты, в южной части мерзлота островная.

Район гидроузла расположен в области муссонного климата. Зимой преобладает ясная и морозная погода при затишьях и слабых ветрах. Весна солнечная и сухая. Летом увеличиваются скорость ветра, облачность, влажность и количество выпадающих осадков. Температура воздуха относительно высокая. Осенью облачность и осадки уменьшаются, ветер ослабевает. Средняя годовая температура воздуха в створе плотины составляет 2,2°. Самый холодный месяц январь, средняя температура которого составляет -30,1°. Абсолютный минимум температуры достигает -52°. Самый теплый месяц июль с абсолютным максимумом 41°. Переход средней суточной температуры воздуха через 0° происходит осенью, обычно в конце октября, весной в начале апреля. Продолжительность безморозного периода 192 дня. Средняя годовая относительная влажность составляет около 73%. Годовое количество осадков в районе Нижне-Бурейского водохранилища колеблется от 562 (с. Каменка) до 718 мм (с. Пайкан), из них 82 % выпадает с мая по сентябрь. Первые заморозки на поверхности почвы отмечаются в первой половине сентября. Снежный покров появляется в начале ноября, начинает разрушаться в конце марта. Высота снежного покрова в районе с. Каменка изменяется от 9 до 28 см у п. Пайкан – от 18 до 61 см.

По водному режиму реки бассейна Буреи относятся к дальневосточному типу. Основным источником их питания являются дожди, доля которых составляет в среднем 50-70% от общего годового стока. Снеговое питание составляет 10-20%, подземное – 10-30%. Основным притоком водохранилища является р. Бурей. До соору-

жения Бурейской ГЭС водный режим реки характеризовался небольшим весенним половодьем, частыми и значительными паводками и низкой зимней меженью. Наименьшие расходы воды р. Бурей у с. Каменка в период открытого русла и зимнюю межень составляли соответственно 204 и 0,90 м³/с. Максимальный расход воды достигал 18100 м³/с (Ресурсы..., 1966). Сооружение плотины Бурейской ГЭС привело к значительному изменению гидрологического режима р. Бурей в нижнем течении. В первую очередь существенно выросли расходы воды в зимнюю межень. Стали постепенно повышаться и максимальные их значения. Появление водохранилища привело к сдвигу дат начала осенних и зимних ледовых явлений с начала на конец сентября. Сдвинуты были и сроки начала ледостава - с середины на конец сентября. Изменения произошли также в сроках начала весенних ледовых явлений. Наиболее ранняя дата их появления до создания водохранилища приходилась на 17 апреля, а в 2005 г. – 21 марта.

Притоки Нижне-Бурейского водохранилища по водности на два порядка ниже р. Бурей, характеризуются малой длиной (< 40 км). Суммарный среднегодовой сток этих рек не превышает 9 м³/с (Мордовин, 1996). Основные гидрологические характеристики притоков приведены в таблице 3.

Гидрохимическая характеристика водотоков нижнего течения р. Бурей в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС

Химический состав вод малых рек бассейна р. Бурей – притоков Нижне-Бурейского водохранилища формировался в 2012–2014 гг. в условиях значительных колебаний водности, которые были вызваны большими различиями в годовых суммах атмосферных осадков. Если в мае-сентябре 2013 г. в г. Благовещенск выпало 711 мм осадков, то за аналогичный период 2012 и 2014 гг. – 485 и 312 мм соответственно. Такие погодные особенности в 2012–2013 гг. привели к появлению на малых реках многочисленных паводков, способствовали поступлению большого количества растворенных веществ с водосборной площади в русловую сеть.

По классификации О.А. Алекина (1970) воды рек – притоков Нижне-Бурейского водохранилища, преимущественно относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу, характеризуются удовлетворительным содержанием кислорода. Лишь воды р. Дея, дренирующей плиоценовые и нижнечетвертичные отложения, в меженный период по химическому составу относятся к гидрокарбонатно-натриевому типу. Значения рН изменяются в широком диапазоне (6,3–8,0). Минерализация вод малых рек Дея, Синель, Б. Симичи не превышает 60 мг/дм³. Более высокие значения, обусловленные присутствием на водосборе меловых эффузивных пород кислого и среднего состава (Гидрология СССР..., 1971), отмечались в воде рек Пайканчик (до 94,4 мг/дм³). Содержание иона калия находится ниже предела обнаружения, хлоридного иона не превышает 1 мг/дм³, т.е. мало отличается от содержания в атмосферных осадках (Шестеркин и др., 2010).

Концентрация сульфатного иона в основном находится в пределах 2,5–6,6 мг/дм³, наименьшими значениями характеризуются воды р. Синель, наибольшими – воды р. Пайканчик (до 10,3 мг/дм³), что свидетельствует о большом влиянии подстилающих пород на формирование химического состава речных вод. Наименьшие значения минерализации и концентраций основных ионов были отмечены в многоводном 2013 г.,

а также летом 2014 г. В первом случае они были вызваны значительным разбавлением речных вод атмосферными осадками, во втором – промывным режимом почв в многоводном 2013 г.

Содержание аммонийного и нитратного азота, нефтепродуктов ниже значений ПДК, нитритного азота, минерального фосфора, фторидов, пестицидов, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) – предела обнаружения.

Высокая заболоченность водосборов рек обуславливает в половодье и паводки повышенную цветность вод (в р. Синель до 85°). Концентрации железа и фенолов часто бывают выше величин ПДК, причем максимальные их значения отмечались в многоводном 2013 г. Содержание легко окисляемых органических веществ, определяемых по величине БПК₅, эпизодически превышает значения ПДК, наиболее высокие величины (до 2,6 ПДК в р. Дея) были зафиксированы в 2013 г.

Содержание трудно окисляемых органических веществ, определяемых по величине бихроматной окисляемости (ХПК), изменяется в больших пределах (от 10 до 40 мг О/дм³), наименьшие значения фиксируются в межень, наибольшие – в паводки. Концентрация $C_{\text{орг}}$ в многоводном 2013 г. в воде большинства рек превышало в 1,1–5,5 раза $C_{\text{неорг}}$. Обратная ситуация отмечается в водах р. Бол. Симичи осенью, где содержание $C_{\text{орг}}$ изменялось от 3,1 до 10,2 мг С/дм³. Содержание гумусовых кислот составляет 60% от C^{P} . Вероятно, высокие содержания ГФК в воде обусловлены буро-таежными почвами, которые характеризуются высоким содержанием гумуса в органической части профиля, формированием кислого гумуса, богатого миграционно способными фракциями гуминовых и особенно фульвокислот, незакрепленных основаниями и полуторными оксидами [Ершов, 1984]. Осенью 2013 г. концентрации $C_{\text{орг}}$ в воде снижались, достигая к концу октября наименьших значений. Высокое содержание карбонатных неорганических форм углерода обусловлено характером водосбора данной реки – меньшей заболоченностью территории и дренируемостью карбонатных пород. В воде доминируют растворенные формы ОВ. Содержание взвешенного ОВ невысокое – 0,1–0,5 мг С/дм³. Вклад ВОВ в составе ОВ исследуемых вод изменяется от 1 до 15,2 % от $C_{\text{орг}}$. Наблюдения 2014 г. свидетельствуют о более низких концентрациях $C_{\text{орг}}$ по сравнению с многоводным 2013 г.

Значительная хаотичность отмечается в уровнях содержания микроэлементов. Концентрации бериллия, бора, ртути, кадмия, кобальта, свинца и хрома (VI) в основном находятся ниже предела обнаружения. Содержание алюминия, никеля и мышьяка существенно ниже нормативных значений. Уровни концентраций марганца, железа, цинка и меди в воде изменяются в очень больших пределах, часто превышают значения ПДК. Максимальные уровни концентраций железа отмечаются в воде р. Синель (8 ПДК), меди и цинка – р. Б. Симичи (38,6 и 5,9 ПДК соответственно) в конце многоводного 2013 г. Значительно меньше (марганца на два порядка) было содержание металлов в маловодном 2014 году. Такие особенности содержания микроэлементов обусловлены природными особенностями водосборов рек – повышенной их заболоченностью, геохимическим составом пород и почв, наличием подземных вод с высокими концентрациями марганца и железа. Об этом свидетельствует низкое содержание в воде органического вещества и высокое – валового железа в воде р. Пайканчик в сентябре 2011 г. (до 4,64 мг/дм³).

В маловодном 2014 году впервые были отмечены более высокие, чем значения ПДК, концентрации ртути в воде р. Дея в октябре до 0,11 мг/дм³. Появление их в

Таблица 3

Гидрологическая характеристика притоков р. Бурей в нижнем течении

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Густота речной сети, км/км ²	Годовой сток			
				среднегодовое		95 % обеспеченности	
				м ³ /с	л/с·км ²	м ³ /с	л/с·км ²
Синель	33	–	–	2,69	–	1,97	–
Пайканчик	12	–	–	0,66	–	0,36	–
Большие Симичи	38	–	–	1,64	–	1,20	–
Дея	37	440	0,24	4,14	9,4	2,48	5,6

водах наиболее освоенной сельскохозяйственной части бассейна Буреи может быть обусловлено использованием соединений ртути в качестве пестицидов в прошлом или связано с геохимическими аномалиями на данном водосборе. Таким образом, материалы гидрохимических исследований свидетельствуют о больших различиях в содержании растворенных веществ в водах малых рек нижнего течения р. Бурей, повышенных уровнях концентраций железа, марганца, меди и цинка, часто фенолов и величин БПК₅ значительно превышающих значения ПДК, обусловленных природными особенностями рассматриваемой территории. Воды рек характеризуются удовлетворительным кислородным режимом, гидрокарбонатно-кальциевым составом вод, низким содержанием не превышающим значения ПДК, нефтепродуктов, АПАВ, хлороорганических пестицидов, свинца хрома, кадмия, кобальта, никеля, мышьяка и др.

Фауна водных беспозвоночных бассейна р. Бурей в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС в летний период

В районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС в р. Бурей и малых предгорных водотоках по итогам мониторинговых исследований, обнаружено 263 таксона пресноводных беспозвоночных, принадлежащих к 5 типам, 6 классам, 47 семействам и 132 родам (табл. 4). Особое внимание уделено изучению фауны четырех отрядов амфиботических насекомых (поденок, веснянок, ручейников и двукрылых), которые занимают особое место в системе экологического мониторинга, вследствие их способности отражать комплексный характер антропогенного воздействия.

Среди амфиботов самое большое количество видов выявлено в отряде двукрылых в семействе хирономид. По предварительным данным в басс. Среднего Амура наблюдается наибольшее разнообразие фауны этих водных насекомых и включает 308 таксонов (Макаренко и др., 2008), причем в басс. р. Бурей обитает 120 видов и форм (Макаренко и др., 2007). В период наших исследований зарегистрировано 89 видов и форм (табл. 4). Наибольшим богатством отличались реки Синель и Пайканчик, 46 и 43 таксона соответственно, ниже строительства ГЭС в р. Бурей обнаружено лишь 37 таксонов (табл. 4). В межгодовом аспекте наибольшее количество видов хирономид собрано на р. Синель в 2014 году (табл. 5).

По опубликованным данным, фаунистический список поденок р. Бурей и ее притоков составляет 68 видов из 24 родов и 13 семейств (Тиунова, Тиунов, 2007; Тиунова, 2014). За период 2012–2014 гг. было выявлено 68 таксонов, среди которых 52 определены до вида, поскольку некоторые поденки были представлены личинками на ранних стадиях развития, поэтому их видовую принадлежность установить

Таблица 4

Таксономический состав бентоса в басс. р. Буря в районе Нижне-Бурейской ГЭС

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Сямичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
Тип Annelidae Подкласс Oligochaeta	1	1	1	1	1	1
Тип Nematoda	1	1	1	1	1	0
Тип Plathelminthes Класс Turbellaria	1	0	0	1	0	0
Тип Mollusca						
Класс Gastropoda						
<i>Juga</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Juga tugurensis</i> Zatravkin et Moskvicheva	0	0	0	1	0	0
<i>Acroloxus ussuriensis</i> Krug. et Star.	0	0	0	1	0	0
<i>Cincinna</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Acroloxus</i> sp.	1	0	0	1	0	0
<i>Anisus (Gyraulus) buriaticus</i> Proz. et Star.	0	0	0	1	0	0
<i>Anisus (Gyraulus) amuricus</i> Proz. et Star.	0	0	0	1	0	0
<i>Cincinna amurensis</i> Mosk.	1	0	0	1	0	0
<i>Anisus (G.) albus</i> (Müll.)	0	1	0	0	0	0
Класс Bivalvia	1	1	0	0	1	0
<i>Pisidium amnicum</i> (Müll.)	0	0	0	1	0	0
<i>Pisidium amurensis</i> Mosk. in Zat.	0	0	0	1	0	0
<i>Euglesa koltshemensis</i> (Zat.)	0	0	0	1	0	0
<i>Euglesa ponderosa</i> (Stelfox)	0	0	0	1	0	0
<i>Henslowiana (A.) izzatullaevi</i> (Zat.)	0	0	0	1	0	0
<i>Musculium (P.) creplini</i> Dunk.	0	0	0	1	0	0
Тип Arthropoda						
Подкласс Acarina	1	1	1	1	1	0
Класс Insecta						
Отряд Megaloptera Sialis sp.	1	0	1	1	1	0
Отряд Coleoptera - жуки	1	0	1	1	1	0
Отряд Odonata - стрекозы	1	1	0	1	0	0
Отряд Diptera - двукрылые						
Сем. Simuliidae	1	1	1	1	1	0
Сем. Tipulidae <i>Tipula</i> sp.	1	1	0	0	1	0
Сем. Ceratopogonidae	1	1	1	1	1	0
Сем. Blephariceridae	0	1	0	0	0	0
<i>Blepharocera</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Agathon</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Bibiocephala</i> sp.	0	1	0	0	0	0
Сем. Nymphomyiidae	0	0	1	0	0	0
Сем. Limoniidae <i>Dicranota</i> sp.	1	1	0	1	0	0
Сем. Chironomidae - хирономиды						
Chironomidae juv.	0	0	1	0	0	1
<i>Pothastia longimana</i> (Kieffer)	1	0	0	0	1	1

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Буря выше НБ ГЭС, пр. берег	Буря, ниже НБ ГЭС
<i>Potthastia</i> sp.	1	1	1	0	0	0
<i>Pagastia orientalis</i> (Tshernovskij)	1	1	1	1	0	1
<i>Pagastia lanceolata</i> (Tokunaga)	1	1	1	1	0	0
<i>Diamesa</i> gr. <i>insignipes</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Tvetenia</i> gr. <i>bavarica</i>	1	0	1	1	0	1
<i>Tvetenia bidzhanica</i> Makar. et Makar.	1	0	0	0	0	0
<i>Tvetenia tamaflava</i> Sasa	0	1	1	1	0	1
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>brehmi</i>	1	1	1	1	0	0
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>claripennis</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>devonica</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Eukiefferiella</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Parakiefferiella bathophila</i> (Kieffer)	1	0	1	0	0	1
<i>Parakiefferiella smolandica</i> (Brundin)	1	0	1	1	0	0
<i>Orthoclaadiinae</i> indet.	1	0	0	0	0	1
<i>Orthocladus</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Orthocladus</i> gr. <i>rivicola</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Orthocladus frigidus</i> (Zetterstedt)	1	1	1	0	1	1
<i>O. (Euorthocladus)</i> sp.	0	1	0	0	0	1
<i>Orthocladus (O.) setosus</i> Makar. et Makar.	0	0	0	0	0	1
<i>Bryophaenocladus akiensis</i> (Sasa et al.)	0	0	0	1	1	0
<i>Paraphaenocladus</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Nanocladus</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Nanocladus spiniplenus</i> (Sæther)	1	0	0	1	0	0
<i>Cardiocladus</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Stilocladus intermedius</i> Wang	0	0	1	0	0	0
<i>Heterotrissocladus</i> gr. <i>marcidus</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Euryhopsis fuscipropes</i> Sæther et Wang	1	0	1	0	0	0
<i>Euryhopsis</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Hydrobaenus</i> sp.	0	0	0	0	0	1
<i>Cricotopus annulator</i> Goetghebuer	0	1	0	1	1	0
<i>Cricotopus trifasciatus</i> (Edwards)	0	0	0	1	0	0
<i>Cricotopus ligropis</i> Edwards	1	0	0	0	0	0
<i>Cricotopus bicinctus</i> (Meigen)	1	0	0	0	0	1
<i>Cricotopus tremulus</i> (Linnaeus)	0	0	0	1	0	1
<i>Cricotopus septentrionalis</i> Hirvenoja	0	0	0	0	1	1
<i>Cricotopus</i> gr. <i>tremulus</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Cricotopus</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Cricotopus claripes</i> Hirvenoja	0	0	1	0	0	0
<i>Cricotopus (Isocladus)</i> gr. <i>sylvetris</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Thienemanniella</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Thienemanniella tiunovae</i> Makar. et Makar.	0	0	0	1	0	0

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Слимичи	Бурая выше НБ ГЭС, пр. берег	Бурая, ниже НБ ГЭС
<i>Thienemanniella xena</i> (Roback)	0	0	0	1	0	0
<i>Corynoneura</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Corynoneura arctica</i> Kieffer	1	0	0	0	0	0
<i>Paratrichocladus rufiventris</i> (Meigen)	0	1	0	0	1	0
<i>Microspectra</i> sp.	1	0	1	0	0	1
<i>Conchapelopia</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Polypedilum (T.) scalaenum</i> (Schrank)	1	1	1	1	0	0
<i>Polypedilum pedestre</i> (Meigen)	1	0	1	0	0	0
<i>Polypedilum</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Polypedilum (U.) cultellatum</i> Goetghebuer	0	0	0	0	0	1
<i>Taenypodinae</i> juv.	0	0	0	1	0	1
<i>Microtendipes</i> gr. <i>pedellus</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Stempellinella</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Procladius ferrugineus</i> (Kieffer)	1	0	0	0	0	0
<i>Procladius</i> gr. <i>chorens</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Procladius</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Parametrioctenemus</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Ablabesmyia</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Krenosmittia</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Krenosmittia halvorseni</i> (Cranston et Sæther)	1	0	1	1	0	0
<i>Pseudosmittia danconai</i> (Marcuzzi, 1947)	0	0	0	1	0	0
<i>Synorthocladus</i> gr. <i>semivirens</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Zavrelia</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Pseudosmittia</i> sp.	0	1	0	1	1	1
<i>Pseudosmittia mathilda</i> (Albu)	0	0	1	0	0	0
<i>Robackia demeijera</i> (Kruseman)	0	1	0	0	0	0
<i>Tanytarsus</i> sp.	1	1	1	1	0	1
<i>Reotanytarsus</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Paratanytarsus</i> sp.	0	0	0	0	0	1
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Chironomus</i> sp.	0	0	0	1	1	1
<i>Criptochironomus</i> gr. <i>defectus</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Cryptochironomus</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Demicryptochironomus</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Sergentia baueri</i> (Wülker et al.)	0	0	0	0	0	1
<i>Microchironomus tener</i> (Kieffer)	0	0	0	0	1	0
<i>Stictochironomus</i> sp.	1	0	0	0	1	1
<i>Thienemannimyia</i> sp.	1	1	0	1	1	1
<i>Saetheria</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Saetheria reissi</i> Jackson	1	0	0	1	0	0
<i>Lymnophies gelasinus</i> Sæther	0	0	1	0	0	0

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Бурья выше НБ ГЭС, пр. берег	Бурья, ниже НБ ГЭС
<i>Lymnophies pumilio</i> (Holmgren)	0	0	1	1	0	0
<i>Lymnophies</i> sp.	0	1	1	0	0	1
<i>Smittia akanduodecima</i> Sasa et Kamimura	0	0	1	0	0	0
<i>Smithia extrema</i> (Holmgren)	0	0	0	0	0	1
Всего: 89	46	26	43	36	12	37
Отряд Trichoptera - ручейники						
<i>Brachycentrus americanus</i> (Banks)	1	1	1	1	–	0
<i>Agapetus jakutorum</i> Martynov	1	0	1	1	–	0
<i>Agapetus</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Anagapetus</i> sp.	1	1	0	0	–	0
<i>Agapetus levanidovae</i> Vshivkova	0	1	1	0	–	0
<i>Anagapetus schmidi</i> Levanidova	1	1	1	0	–	0
<i>Apatania</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Apatania zonella</i> (Zetterstedt)	0	1	0	0	–	1
<i>Glossosoma</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Glossosoma intermedium</i> (Klapálek)	0	1	0	0	–	0
<i>Glossosoma usuricum</i> (Martynov)	0	1	1	0	–	0
<i>Glossosomatidae</i> gen. sp.	0	1	0	1	–	0
<i>Psychomyia flavida</i> Hagen	1	1	1	1	–	0
<i>Semblis</i> sp.	0	1	1	0	–	1
<i>Stactobiella</i> sp.	1	1	0	0	–	0
<i>Psychomyia</i> sp.	1	0	1	1	–	0
<i>Hydropsyche</i> sp. (Martynov)	1	1	1	1	–	1
<i>Ceraclea</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Arctopsyche amurensis</i>	1	1	1	1	–	1
<i>Arctopsyche</i> sp.	0	1	1	0	–	1
<i>Hydroptila</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Lepidostoma</i> sp.	1	1	0	0	–	1
<i>Leptocerus</i> sp.	0	0	0	0	–	1
<i>Leptoceridae</i> gen. sp.	1	0	0	0	–	1
<i>Goera</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Goera tungusensis?</i> Martynov	0	0	0	1	–	0
<i>Dicosmoecus jorankeanus</i>	0	1	0	0	–	0
<i>Mollanoides tinctus</i> (Zetterstedt)	1	0	0	0	–	0
<i>Cheumatopsyche</i> sp.	1	1	0	0	–	0
<i>Limnophilidae</i>	1	1	0	0	–	1
<i>Rhyacophila</i> sp.	1	1	1	1	–	1
<i>Rhyacophila impar</i> Martynov	0	0	1	0	–	0
<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i>	0	0	1	1	–	0
<i>Rhyacophila lata</i> Martynov	0	0	1	1	–	1

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симги	Бурей, выше НБ ГЭС, пр. берег	Бурей, ниже НБ ГЭС
<i>Mystacides</i> sp.	0	0	1	1	–	0
<i>Mystacides sepulchralis</i> Walker	0	0	0	0	–	1
<i>Asynarchus</i> sp.	0	0	0	1	–	0
<i>Micrasema gelidum</i> ? McLachlan	0	0	0	1	–	0
<i>Micrasema</i> sp.	1	1	1	1	–	0
<i>Stenopsyche marmorata</i> Navás	0	0	0	0	–	1
Philopotamidae	0	0	1	1	–	0
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> (MacLachlan)	0	0	0	0	–	1
<i>Padunia gelidum</i>	0	1	0	0	–	0
<i>Padunia</i> sp.	0	1	0	0	–	0
<i>Trithotrichia</i> sp.	0	1	0	0	–	0
Всего: 45	21	29	24	22	–	17
Отряд Плескоптера - веснянки						
<i>Taenionema japonicum</i> (Okamoto)	0	1	0	0	0	0
<i>Nemoura</i> sp.	1	1	1	0	0	0
<i>Nemoura geei</i> (Wu)	0	1	1	1	0	0
<i>Nemoura sahlbergi</i> Morton	0	1	1	1	0	0
<i>Nemoura manchuriana</i> Ueno	1	1	0	0	0	0
<i>Amphinemura</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Amphinemura borealis</i> (Morton)	0	0	1	0	0	0
<i>Amphinemura standfusii</i> (Ris)	0	0	1	0	0	0
<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus)	1	1	1	1	0	1
<i>Isoperla eximia</i> Zapekina-Dulkeit	0	1	0	0	0	0
<i>Isoperla asiatica</i> (Raušer)	1	1	1	1	0	0
<i>Isoperla lunigera</i> Klapálek	0	0	0	0	0	1
<i>Isoperla kozlovi</i> Zhiltzova	0	0	0	0	1	1
<i>Isoperla obscura</i> (Zetterstedt)	0	0	0	0	1	1
<i>Isoperla</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Kaszabia nigricauda</i> (Navas)	0	1	0	1	0	0
Perlodidae	1	1	0	1	0	0
<i>Arcynopteryx</i> sp.	0	0	1	1	0	1
<i>Diura</i> sp.	0	1	0	1	0	1
<i>Skwala compacta</i> (McLachlan)	0	1		1	0	0
<i>Megaracys pseudochracea</i> Zhiltzova	1	0	0	0	0	0
<i>Megaracys</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Megaracys magnilobus</i> ? Zhiltzova	0	0	0	1	0	0
<i>Agneta extrema</i> (Navás)	1	1	1	1	0	0
<i>Agneta brevipennis</i> (Navás)	1	1	0	1	0	0
<i>Oyamia nigribasis</i> Banks	0	0	0	0	1	0

Продолжение табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симици	Бурая выше НБ ГЭС, пр. берег	Бурая, ниже НБ ГЭС
<i>Kamimuria exilis</i> (McLachlan)	1	0	0	0	0	0
<i>Alloperla</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Alaskaperla longidentata</i> (Raušer)	1	0	1	0	0	0
<i>Haploperla lepnevae</i> Zhiltzova et Zwick	0	1	0	0	0	1
Всего: 31	11	16	13	15	3	7
Отряд Ephemeroptera - поденки						
<i>Ephemera sachalinensis</i> Mats.	0	1	0	0	1	1
<i>Ephemera strigata</i> Etn	0	0	0	0	1	0
<i>Potamanthus luteus oriens</i> Bae et McC.	0	0	0	0	1	1
<i>Cinygmula sapporonensis</i> (Mats.)	0	1	0	0	0	0
<i>Epeorus anatolii</i> Sinitchenkova	1	1	1	1	0	0
<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	1	1	1	1	1	1
<i>Epeorus</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Epeorus ninae</i> Kluge	0	0	1	0	0	0
<i>Heptagenia flava</i> Rostock	1	1	1	1	1	0
<i>Heptagenia orbiticola</i> Kluge	0	0	1	0	0	0
<i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller)	1	0	0	1	1	1
<i>Heptagenia</i> sp.	1	1	0	0	0	0
<i>Ecdyonurus abracadabrus</i> Kluge	1	0	1	0	1	0
<i>Ecdyonurus aspersus</i> Kluge	1	0	1	0	0	0
<i>Ecdyonurus</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Ecdyonurus joernensis</i> Bngts.	0	0	0	1	1	1
<i>Ecdyonurus simplicioides</i> (McD.)	0	0	0	0	0	1
<i>Rhithrogena bajkovaе</i> Kluge	0	0	0	0	1	0
<i>Rhithrogena lepnevae</i> Brodsky	0	0	0	0	1	0
<i>Rhithrogena</i> sp.	0	1	0	1	1	1
<i>Neoleptophlebia japonica</i> (Mats.)	1	1	1	1	1	1
<i>Paraleptophlebia strandii</i> Etn	0	0	1	1	1	0
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	1	1	1	1	1	0
<i>Choroterpes</i> sp.	0	0	0	0	1	0
<i>Acentrella gnom</i> Kluge	0	0	0	0	1	0
<i>Acentrella sibirica</i> (Kazl.)	1	1	0	0	0	1
<i>Acentrella fenestrata</i> (Kazl.)	1	0	1	0	0	0
<i>Acentrella</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Baetiella tuberculata</i> (Kazl.)	1	1	0	1	1	0
<i>Baetis fuscatus</i> L.	1	1	1	1	1	0
<i>Baetis ursinus ursinus</i> Kazl.	1	0	0	1	0	0
<i>Baetis vernus</i> Curtis	1	1	1	1	0	0
<i>Baetis</i> sp.	0	1	1	1	1	0
<i>Proclleon pennulatum</i> (Etn)	1	0	1	1	0	0
<i>Proclleon</i> sp.	0	0	0	0	1	1

Окончание табл. 4

Таксон	Синель	Дея	Пайканчик	Бол. Симичи	Бурая выше НБ ГЭС, пр. берег	Бурая, ниже НБ ГЭС
<i>Centropitulum</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	1	1	1	1	0	0
<i>Serratella ignita</i> (Poda)	1	1	1	1	1	1
<i>Serratella nuda</i> f. <i>thymalli</i>	0	0	1	1	1	0
<i>Serratella zapekinae</i> (Bajkova)	1	0	1	0	0	0
<i>Serratella</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bngts.	0	1	1	0	0	1
<i>Ephemerella mucronata</i> (Bngts.)	0	0	0	1	0	1
<i>Ephemerella kozhovi</i> Bajkova	0	0	0	0	0	1
<i>Ephemerella</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Drunella cryptomeria</i> (Imanishi)	0	0	0	0	0	1
<i>Drunella triacantha</i> Tshernova	0	0	1	0	1	1
<i>Torleya padunica</i> Kazl.	1	0	0	0	1	0
<i>Torleya</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Ephoron nigradorsum</i> (Tshernova)	0	0	0	0	1	0
<i>Ephoron shigae</i> (Takahasi)	0	0	0	1	0	0
<i>Ephoron</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Metretopus alter</i> Bngts.	1	1	1	1	0	0
<i>Metretopus tertius</i> Tiunova	0	0	0	0	1	0
<i>Metretopus</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Metreplecton macronyx</i> Kluge	1	1	0	1	0	0
<i>Siphonurus immanis</i> Kluge	0	0	0	1	0	0
<i>Siphonurus zhelochovtsevi</i> Tshernova	0	1	0	0	1	0
<i>Siphonurus</i> sp.	1	1	1	0	0	1
<i>Acanthametropus nikolskyi</i>	0	1	0	1	0	0
<i>Isonychia sexpetala</i> Tiunova et all.	0	0	0	0	1	0
<i>Isonychia ussurica sibirica</i> Tiunova et all.	0	0	0	0	1	1
<i>Isonychia</i> sp.	1	0	0	1	1	0
<i>Brachycercus harrisella</i> Curtis	1	1	0	1	0	0
<i>Caenis maculata</i> (Tshernova)	0	0	0	0	1	0
<i>Caenis miliaria</i> (Tshernova)	1	0	0	1	1	0
<i>Caenis rivulorum</i> Etn.	1	0	0	1	1	0
<i>Caenis</i> sp.	1	0	0	1	0	0
Всего: 68	32	25	26	35	33	18

не удалось (табл. 4). В целом количество поденок в малых реках нижнего течения р. Буря варьировало от 4 до 27 видов. Наибольшее число видов поденок отмечено в р. Б. Симичи в 2014 г. (табл. 5)

Фаунистический список ручейников включает 45 таксонов (табл. 4), причем 10 видов (*Agapetus levanidovae*, *Apatania zonella*, *Glossossoma ussuricum*, *Stactobiel-*

Таблица 5

**Динамика видового богатства амфиботических насекомых
в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС в 2012-2014 гг.**

Год	Количество таксонов по отрядам				Общее количество таксонов бентоса
	Поденки	Веснянки	Ручейники	Двукрылые и хирономиды	
Река Синель					
2012	17	5	11	22	65
2013	15	3	7	23	52
2014	19	6	7	31	72
Река Дея					
2012	10	3	5	15	38
2013	12	9	5	17	49
2014	16	11	17	23	63
Река Пайканчик					
2012	16	8	8	23	60
2013	11	7	6	16	44
2014	16	5	11	25	62
Река Большие Симичи					
2012	16	8	5	15	51
2013	15	7	9	22	77
2014	24	8	15	25	71
Река Буряя ниже НБГЭС, правый берег					
2012	4	0	4	17	30
2013	4	2	0	10	17
2014	–	–	–	–	–

la sp., *Dicoesmoecus jorankenus*, *Rhyacophila impar*, *Micrasema gelidum*, *Hydathophylax nigrovittatus*, *Padunia adelungi*, *Prthotrichia* sp.) отмечены для басс. р. Буряя по нашим сборам впервые. Наиболее разнообразно трихoptерофауна представлена в реках Дея и Пайканчик, 29 и 24 таксона соответственно, а в основном русле р. Буряя ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС их число за трехлетний период не превышало 17 (табл. 5). Количество ручейников в сообществах бентоса ранжировалось от 4 до 17 видов, максимальное число отмечено в сообществе пресноводных беспозвоночных р. Дея в маловодном 2014 г. (табл. 5).

Фауна веснянок в басс. р. Буряя согласно последним данным включает 46 таксонов видового ранга из 28 родов и 8 семейств (Тесленко, 2014). В исследованных водотоках зарегистрирован 31 таксон (табл. 4). Наибольшее количество видов (11) собрано в р. Дея в 2014 г. (табл. 5). Если в основном русле р. Буряя в окрестностях пос. Новобурейский, расположенного ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС, ранее отмечалось 7 видов веснянок (Тесленко, 2007), то в период наших исследований их количество не превышало 5 видов (табл. 5).

Следует отметить, что в 2012-2014 гг. притоки Нижне-Бурейского водохранилища характеризовались значительными колебаниями водности, которые были вызваны большими различиями в годовых суммах атмосферных осадков. Так, 2014 год был маловодным и отличался высокими показателями видового богатства фауны. Вместе

с тем, погодные условия в 2012-2013 гг. привели к появлению на малых реках многочисленных паводков, которые оказали влияние на качество сбора макрозообентоса и имаго амфибиотических насекомых. В целом фауна амфибиотических насекомых в малых водотоках, формирующих качество воды Нижне-Бурейского водохранилища, отличается высоким видовым богатством.

Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна р. Бурей в районе строительства Нижне-Бурейской ГЭС

Река Синель. Структура сообщества донных беспозвоночных обследованного участка р. Синель в течение трехлетнего периода оставалось относительно стабильной (табл. 6). Основными доминирующими группами были поденки, ручейники и хирономиды. Минимальные показатели численности бентоса отмечены в 2012 г. (6584 экз/м²), биомассы – в 2013 г. (2,7 г/м²), максимальные – в 2014 г. (33304 экз/м² и 20,5 г/м², соответственно). Высокие показатели численности в 2014 г. достигались за счет личинок хирономид (47,8 %), группы др. двукрылых (16,6 %) и мошек (16,1 %), составлявших в сумме 80,3 % численности всего бентоса. Колебания численности и биомассы бентоса в связаны с гидрологическими показателями, а именно с водным режимом. Так, в начале июля 2014 г. отмечен самый низкий уровень воды в р. Синель относительно предыдущих двух лет, а в конце июня 2013 г. – самый высокий.

Качество воды р. Синель по индексу ЕРТ можно оценить как среднее и по индексу Кинга и Балла как хорошее (табл. 6). Таким образом, по этим биологическим показателям р. Синель в настоящее время не подвержена антропогенному загрязнению.

Таблица 6

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Синель

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	1480/1,3	22,5/7,0	1152/0,41	15,6/15,1	2824/1,34	8,5/6,5
Веснянки	232/2,73	3,5/14,9	32/0,34	0,4/12,5	288/0,97	0,9/4,7
Ручейники	2760/13,4	41,9/73,2	624/0,96	8,5/35,5	1452/13,9	4,4/68,0
Хирономиды	1712/0,34	26,0/1,8	5352/0,85	72,5/31,5	15920/0,68	47,8/3,3
Др. двукрылые	32/0,20	0,5/1,1	-/-	-/-	5456/0,68	16,4/3,3
Мошки	136/0,06	2,1/0,3	16/0,005	0,2/0,2	5376/0,5	16,1/2,4
Личинки жуков	-/-	-/-	16/0,01	0,2/0,5	56/0,02	0,2/0,1
Олигохеты	-/0,12	-/0,7	-/0,05	-/1,7	-/0,31	-/1,5
Моллюски	96/0,15	1,5/0,8	24/0,04	0,3/1,3	184/0,03	0,6/0,1
Клещи	40/0,008	0,6/0,04	160/0,04	2,2/1,5	120/0,01	0,4/0,07
Прочие	-/-	-/-	8/0,004	0,1/1,1	64/0,008	0,14/0,04
Стрекозы	-/-	-/-	-/-	-/-	8/2,0	0,02/9,8
Всего:	6584/18,3		7384/2,7		33304/20,5	
Индекс ЕРТ	33		18		34	
Индекс Кинга (j)	145:1		55:1		64:1	
Качество воды	Хорошее		среднее		среднее	

Примечание: здесь и в таблицах 7–9 – N – численность, экз/м², B – биомасса – г/м².

Река Дея. За трехлетний период максимальные показатели численности бентоса отмечены в июле 2012 г. (15264 экз/м²), а минимальные – в июле 2014 г. (7656 экз/м²) (табл. 7). При этом биомасса бентоса различалась не значительно. В сообществе донных беспозвоночных в течение 2012 – 2014 гг. доминировали хирономиды, как по численности, так и по биомассе, за исключением 2013 г., когда они по биомассе представляли категорию субдоминантов (табл. 7). Поденки и ручейники доминировали по численности и биомассе в 2013 г. и по численности в 2014 г. Ручейники преобладали по обоим показателям в 2013 и 2014 гг., а в 2012 г. представляли категорию субдоминантов. Таким образом, на протяжении исследования структура сообщества р. Дея оставалась стабильной с небольшими изменениями, связанными с жизненными циклами беспозвоночных, которые, в свою очередь, чутко реагируют на изменения температурного и водного режимов. Температура воды в р. Дея в 2014 г. была значительно выше показателей 2012 и 2013 гг. (табл. 2).

По биологическим показателям р. Дея в период обследования не была подвержена антропогенному загрязнению. Качество воды по индексам ЕРТ и Кинга и Балла оценивается как хорошее (табл. 7).

Река Большие Симичи. При сопоставлении данных, полученных в близкие сроки в 2012 – 2014 гг., показано, что сообщество донных беспозвоночных обследованного участка р. Б. Симичи оставалось в стабильном состоянии с межгодовыми колебаниями численности и биомассы, но практически без структурных перестроек (табл. 8). Так, не смотря на то, что численность и биомасса изменялись между годами более чем в два раза, структура сообщества при этом оставалась постоянной. Поденки доминировали по численности в 2012 г. и в 2013 г., а в 2014 г. представлял категорию субдоминантов. Веснянки были постоянными доминантами по биомассе. Ручейники меняли свои позиции, переходя из субдоминантов в 2012 г. в доминанты в 2013 и

Таблица 7

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Дея

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	960/0,22	6,3/2,9	3344/1,60	33,4/35,6	1192/0,86	15,6/13,3
Веснянки	416/0,10	2,7/1,3	552/0,09	5,5/2,0	368/0,94	4,8/14,6
Ручейники	1712/0,90	11,2/11,9	1696/1,14	16,9/25,4	1776/1,2	23,2/18,9
Хирономиды	10768/2,27	70,5/30,1	2688/0,62	26,8/13,8	3544/1,1	46,3/16,8
Др. двукрылые	64/0,16	0,4/2,1	48/0,05	0,5/1,1	88/0,30	1,1/4,7
Мошки	512/0,26	3,3/3,5	1064/0,34	10,6/7,6	448/0,17	5,9/2,6
Блефариды	64/0,22	0,4/3,0	96/0,33	1,0/7,4	152/1,68	2,0/26,1
Стрекозы	80/2,87	0,5/38,1	40/0,02	0,4/0,4	40/0,02	0,5/0,3
Олигохеты	-/0,35	-/4,6	-/0,13	-/2,8	-/0,15	-/2,4
Нематоды	-/-	-/-	32/0,006	0,3/0,1	16/0,01	0,2/0,1
Моллюски	16/0,09	0,1/1,2	8/0,007	0,1/0,2	8/0,005	0,1/0,1
Клещи	96/0,03	0,6/0,4	64/0,01	0,6/0,3	24/0,002	0,3/0,03
Всего:	15 264/7,54		10 016/4,50		7 656/6,45	
Индекс ЕРТ	17		20		26	
Индекс Кинга (j)	20:1		33:1		41:1	
Качество воды	Хорошее		Хорошее-среднее		Хорошее	

2014 г. Хириноиды во все годы преобладали по численности и достигали максимальных значений по биомассе в 2014 г. (табл. 8). Моллюски доминировали по биомассе в 2012 и 2014 гг.

Таким образом, высокое видовое богатство фауны амфибиотических насекомых и высокие показатели индексов ЕРТ и Кинга и Балла указывают на стабильное состояние сообщества р. Б. Симичи, а качество воды может быть оценено как хорошее.

Река Пайканчик. Анализ данных за трехлетний период показал, что максимальные показатели численности 17600 экз/м² отмечены в июле 2014 г., минимальные 2224 экз/м² – в конце июня 2013 г. (табл. 9). При этом биомасса бентоса варьировала в пределах 1,32 – 6,29 г/м². В сообществе донных беспозвоночных в течение 2012 – 2014 гг. доминировали поденки, как по численности, так и по биомассе, за исключением июля 2014 г., когда они по численности представляли категорию субдоминантов. Ручейники доминировали по обоим показателям в 2013 и 2014 гг., а в 2012 г. представляли категорию субдоминантов по численности. Хириноиды в течение трех лет по численности доминировали с высокой степенью преобладания, а по биомассе представляли категорию субдоминантов. Однако в 2014 г. они доминировали и по биомассе. Таким образом, на протяжении трехлетнего периода структура сообщества исследованного участка р. Пайканчик оставалась стабильной с небольшими изменениями.

По биологическим показателям р. Пайканчик не подвержен антропогенному загрязнению. Качество воды по индексу ЕРТ в течение 2012–2014 гг. оценивается как хорошее, по индексу Кинга и Балла как очень чистое.

Река Бурей. Бентос ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС отбирался постоянно в течение трехлетнего периода в близкие сроки. В 2012 г. пробы бентоса были отобраны в трех точках по поперечному профилю реки: у правого и левого берегов и в центре реки (табл. 10).

Таблица 8

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Б. Симичи

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	1696/1,07	36,5/11,2	1912/0,73	29,4/20,2	1456/0,72	14,1/8,8
Веснянки	664/2,91	14,3/30,3	528/0,623	8,1/17,3	344/1,98	3,3/24,0
Ручейники	608/0,47	13,1/4,9	912/1,203	14,0/33,3	2032/1,73	19,7/20,9
Хириноиды	984/0,15	21,2/1,5	2688/0,54	41,3/14,9	5408/1,40	52,4/17,0
Др. двукрылые	208/0,15	4,5/1,4	144/0,054	2,2/1,6	88/0,05	0,9/0,5
Мошки	200/0,03	4,3/0,3	48/0,006	0,7/0,3	800/0,02	7,7/0,3
Личинки жук			168/0,034	2,6/0,9	16/0,004	0,1/0,04
Стрекозы				8/0,08	16/0,08	0,05/1,0
Олигохеты	-/0,21	-/2,2	-/0,294	-/8,2	-/0,11	-/1,3
Нематоды	48/0,01	1,0/0,1	24/0,002	0,4/0,04	16/0,003	0,1/0,04
Моллюски	32/4,62	0,7/48,0	40/0,094	0,6/2,5	24/2,21	0,2/26,8
Клещи	208/0,004	4,5/0,04	16/0,003	0,2/0,1	104/0,01	1,0/0,1
Всего:	4648/9,62		6504/3,60		10328/8,24	
Индекс ЕРТ	33		28		34	
Индекс Кинга (j)	22:1		11:1		56:1	
Качество воды	Хорошее		Хорошее		Хорошее	

Таблица 9

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных р. Пайканчик

Группа	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	N/B	%	N/B	%	N/B	%
Поденки	2344/1,76	38,0/35,2	520/0,24	23,4/18,2	1680/1,84	9,5/29,3
Веснянки	360/1,15	5,8/23,0	64/0,01	2,9/0,7	192/0,18	1,1/2,9
Ручейники	584/0,87	9,5/17,4	704/0,84	31,6/64,0	3464/1,76	19,7/28,0
Хирономиды	1960/0,66	31,8/13,2	672/0,10	30,2/7,4	11248/2,1	63,9/33,1
Др.двукрылые	240/0,27	3,9/5,4	8/0,01	0,4/0,7	88/0,07	0,5/1,2
Мошки	72/0,01	1,2/0,2	88/0,04	4,0/3,3	448/0,07	2,5/1,2
Вислокрылки	96/0,07	1,6/1,4	8/0,01	0,4/1,0	8/0,04	0,05/0,6
Олигохеты	-/0,03	-/0,7	-/0,002	-/0,1	-/0,09	-/1,5
Моллюски	24/0,03	0,4/0,6	8/0,04	0,4/2,8	48/0,02	0,3/0,4
Клещи	216/0,04	3,5/0,8	64/0,002	2,9/0,1	136/0,02	0,8/0,3
Прочие	272/0,10	4,4/2,1	56/0,02	2,5/1,8	40/0,003	0,2/0,05
Всего:	6168/4,99		2224/1,32		17600/6,29	
Индекс ЕРТ	30		16		26	
Индекс Кинга (j)	145:1		620:1		64:1	
Качество воды	Хорошее		Хорошее – очень хорошее		Хорошее	

Таблица 10

Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных р. Бурей, ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС в 2012 г.

Группа	Правый берег		Левый берег		Центр реки	
	N/B	N/B,%	N/B	N/B,%	N/B	N/B,%
Поденки	640/0,14	0,3/0,1	2048/3,6	11,1/24,3	2048/4,2	4,6/23,6
Веснянки	-	-	320/0,03	1,7/0,2	32/0,006	0,07/0,07
Ручейники	640/5,59	0,3/5,5	4032/0,91	21,9/6,2	256/4,4	0,6/25,1
Хирономиды	195400/31,7	98,3/31,2	10048/2,7	54,7/18,2	12544/2,5	28,3/13,9
Мошки	-	-	-	-	64/0,02	0,1/0,1
Вислокрылки	80/0,001	0,04/-	-	-	-	-
Нематоды	-	-	1536/0,003	8,4/0,02	28800/0,29	65,0/1,6
Олигохеты	-/14, 8	-/14,5	-/0,74	-/5,0	-/1,38	-/7,8
Моллюски	1840/49,0	0,9/48,2	384/6,75	2,1/46,1	448/4,9	1,0/27,3
Клещи	80/0,06	0,04/0,06	-	-	32/0,003	0,07/0,02
Прочие	160/0,27	0,08/0,31	-	-	64/0,10	0,1/0,5
Всего:	2624/6,4		18368/14,6		44288/17,6	
Индекс ЕРТ	6		21		13	
Индекс Кинга (j)	2:1		10:1		8:1	
Качество воды	Плохое		Хорошее		Среднее	

Сообщество зообентоса в центре реки было представлено 10 группами водных беспозвоночных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди хирономид (16 видов), поденки насчитывали 5 видов, веснянки – один и ручейники – 7 видов. Численность животных в реке составляла 44288 экз./м² при биомассе 17,6 г/м². Столь высокие показатели численности достигались в основном за счет нематод, составляющих 65,0% численности всех животных. Хирономиды также доминировали по

численности (28,3%), а поденки (23,6%), ручейники (25,1%) и моллюски (27,3%) по биомассе. Категорию субдоминантов по численности представляли только хирономиды (13,9%).

Качество воды по индексу ЕРТ на этом участке оценивалось как среднее и по индексу Кинга и Балла показывало слабое загрязнение.

Макрозообентос у левого берега р. Буря (ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС) насчитывал 7 групп водных беспозвоночных. Общее количество видов составило 32, среди которых 17 видов хирономид, 10 видов поденок, 4 вида веснянок и 7 видов ручейников (табл. 10). Численность у левого берега р. Буря в этот период составила 18368 экз./м² при биомассе 14,6 г/м² (табл. 10). Высокие показатели численности достигались в основном за счет хирономид и ручейников, составивших в сумме 76,6% всей численности. Нематоды на этом участке представляли по численности категорию субдоминантов. По биомассе доминировали три группы: поденки (24,3%), хирономиды (18,2%) и моллюски (46,1%). Категорию субдоминантов по биомассе представляли ручейники (6,2%) и олигохеты (5,0%).

Таким образом, у левого берега р. Буря качество воды оценивалось как промежуточное между хорошим и средним. Индекс ЕРТ составил 21, что соответствует хорошему качеству воды; индекс Кинга и Балла также показывал не плохое состояние вод.

Макрозообентос у правого берега р. Буря в 2012 г. представляли 9 групп донных беспозвоночных (табл. 10). Видовой состав оценивался 29 видами. Наибольшее число видов отмечено среди хирономид (18 видов); поденки представлены 2 видами, ручейники 4 видами, а веснянки отсутствовали. Показатели численности и биомассы на этом участке реки самые высокие и составляют 199840 экз./м² и 101,6 г/м², соответственно (табл. 10). Столь высокие показатели количественного развития достигались в основном за счет подавляющей роли хирономид (98,3%) и моллюсков (48,2%). Категорию субдоминантов по биомассе представляли ручейники (5,5%) и олигохеты (14,5%).

Индекс ЕРТ на этом участке минимален (6 видов) и по этому показателю качество воды на своре оценено как плохое. Плохое качество воды показал и индекс Кинга и Балла.

Таким образом, можно говорить о том, что р. Буря в 2012 г. у правого берега ниже строящегося водохранилища испытывала значительное загрязнение.

В 2013 г. пробы бентоса отбирались только ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС у правого берега реки в сентябре, поскольку в июле высокий уровень воды не позволил провести гидробиологические исследования.

Зообентос представляли 11 групп беспозвоночных. Численность животных в реке составляла 2624 экз./м² при биомассе 6,4 г/м² (табл. 11). Среди основных групп бентоса по численности доминировали поденки (18,3%), ручейники (33,5%) и хирономиды (32,9%). По биомассе категорию доминантов представляли ручейники (22,3%) и олигохеты (51,3%). Моллюски по численности и биомассе субдоминанты.

Таким образом, в р. Буря ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС качество воды по индексу Кинга и Балла в сентябре оценивалось как плохое. Однако присутствие в бентосе личинок веснянок и поденок показывает, что в результате паводка животные с верхних наиболее чистых участков реки сносились на нижний загрязненный участок.

В 2014 г. обследование нижнего участка проводилось в начале июля. Пробы бентоса также отбирались только у правого берега реки на плесе и перекате (табл. 11).

Макрозообентос в июле 2014 г. на плесе представляли 6 основных групп, на перекате – только четыре. Численность животных на плесе составляла 10448 экз./м² при биомассе 40,4 г/м² (табл. 11). Столь высокие показатели достигались за счет олигохет, которые составляли более половины биомассы бентоса всего сообщества (53,8%). Среди выявленных групп, наряду с олигохетами, по биомассе доминировали ручейники и хирономиды по обоим показателям.

Таблица 11

**Структурные характеристики сообщества водных беспозвоночных реки Бурья
ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС**

Группа	Сентябрь 2013 г.		Июль 2014 г. плес		Июль 2014 г. перекат	
	N/B	N/B, %	N/B	N/B, %	N/B	N/B, %
Поденки	480/0,90	18,3/14,0	64/0,64	0,6/1,6	-/-	-/-
Веснянки	98/0,21	3,7/3,3	-/-	-/-	-/-	-/-
Ручейники	880/1,42	33,5/22,3	208/11,4	2,0/28,1	-/-	-/-
Хирономиды	864/0,18	32,9/2,8	9984/6,6	95,5/16,2	1312/0,87	93,2/20,9
Нематоды	64/0,05	2,4/0,8	128/0,006	1,2/0,01	-/-	-/-
Др. двукрылые	16/0,002	0,6/0,03	-/-	-/-	32/0,04	2,3/0,9
Пиявки	16/0,02	0,6/0,3	-/-	-/-	-/-	-/-
Олигохеты	-/3,28	-/51,3	-/21,8	-/53,8	-/2,77	-/66,8
Моллюски	144/0,35	5,5/5,5	64/0,08	0,6/0,2	64/0,47	4,5/11,3
Клещи	48/0,001	1,8/0,00				
Всего:	2624/6,4		10 448/40,4		1408/4,1	
Индекс ЕРТ	-		3		0	
Индекс Кинга (j)	1:1		0,8:1		0,3:1	

На основании полученных данных можно утверждать, что в р. Бурья ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС качество воды по индексу Кинга и Бала может быть оценено как очень плохое. Впервые этот индекс оказался ниже единицы.

Подобные результаты получены и на перекате этого створа. Здесь количество групп беспозвоночных сократилось до 4-х, доля биомассы олигохет возросла до 66,8%.

Таким образом, учитывая данные за 2013 г. и полученные в 2014 г. можно заключить, что состояние участка р. Бурья ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС ухудшилось. Произошло заиливание основного русла реки, что повлекло за собой увеличение численности олигохет и хирономид и сокращение группового состава бентосных организмов.

Заключение

По результатам наших исследований малые предгорные водотоки нижнего течения р. Бурья (рр. Синель, Пайканчик, Большие Симичи и Дея), впадающие в проектируемое Нижне-Бурейское водохранилище, относятся к категории чистых. Высокое богатство видов в фауне поденок, веснянок, ручейников и хирономид и стабильная

структура сообществ этих рек на протяжении трехлетнего периода (2012–2014 гг.) указывает на отсутствие антропогенного воздействия.

Участок реки Бурей ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС подвержен загрязнению. Причем относительно 2013 г. состояние этого участка реки еще более ухудшилось.

В целом, притоки, формирующие качество воды Нижне-Бурейского водохранилища и сама р. Бурей, кроме участка ниже строительства Нижне-Бурейской ГЭС, характеризуются сообществами макрозообентоса с относительно высоким фаунистическим разнообразием, что типично для чистых горных и предгорных рек юга Дальнего Востока России.

Литература

- Алёкин О.А.** 1970. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеониздат. 413 с.
- Гидрогеология СССР. 1971. Т. XXIII. Хабаровский край и Амурская область. М.: Недра. 514 с.
- Ершов Ю.И.** 1984. Закономерности почвообразования и выветривания в зоне перехода от Евразийского континента к Тихому океану. М.: Наука. 262 с.
- Леванидов В. Я.** 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток. С. 104–122.
- Леванидов В.Я.** 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Тр. Биолого-почв. ин-та ДВНЦ АН СССР, Т. 45 (148). С. 126–159.
- Макарченко Е.А., Макарченко М.А., Зорина О.В.** 2007. Видовой состав, динамика численности и биомассы бентоса водотоков бассейна реки Бурей. Отряд двукрылые (Diptera) // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, С. 180–194.
- 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 реки Амур. Владивосток. С. 189–208.
- Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: ВНИРО, 2003. 95 с.
- Мордовин А.М.** 1996. Годовой и сезонный сток рек бассейна Амура: препринт. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 72 с.
- Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л.** 2006. Река Бурей: гидрология, гидрохимия и иктофауна. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 149 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Дальний Восток. Вып.1. Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеониздат, 1966. 780 с.
- Тесленко В.А.** 2007. Видовой состав, динамика численности и биомассы бентоса водотоков бассейна реки Бурей. Отряд веснянки (Plecoptera) // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, С. 145–161.
- Тесленко В.А.** 2014. Новые указания веснянок (Insecta, Plecoptera) для бассейнов рек Бурей и Зея // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, С. 654–659.
- Тиунова Т.М.** 2003. Методы сбора и первичной обработки количественных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО, С. 5–13.
- Тиунова Т.М.** 2004. Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна реки Бикин (Приморье) // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами. Улан-Удэ. С. 188–189.
- Тиунова Т.М.** 2014. К фауне поденок (Insecta, Ephemeroptera) бассейна реки Бурей // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука. С. 704–712.

Тиунова Т.М., Тиунов М.П. 2007. Фауна водных беспозвоночных реки Буряя. Отряд поденки (Ephemeroptera) // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. Хабаровск. С. 134-145.

Тиунова Т.М., Макаренко Е.А., Тесленко В.А. 2003. Методы сбора качественных и имагинальных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО. С. 14–19.

Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Таловская В.С., Шестеркина Н.М., Фокина Ю.А., Ри Т.Д., Матвеева Е.П. 2010. Гидрохимия притоков Нижне-Бурейского водохранилища // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 176–179.

King D.L., Ball R.C. 1964. A quantitative biological measure of stream pollution // J. Water Pollut. Control Fed. V. 36. P. 650–653.