

УДК 574.58

ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РЕКИ БАРНАУЛКА (БАССЕЙН ВЕРХНЕЙ ОБИ)

© 2003 г. Д. М. Безматерных, О. В. Эйдукайтене

Институт водных и экологических проблем СО РАН,

656032 г. Барнаул, ул. Молодежная, 1

Поступила в редакцию 05.10.2001 г.

Изучен видовой состав водных беспозвоночных бассейна р. Барнаулка (приток р. Оби) за 1995–2000 гг. В реке, ее притоках и проточных озерах обнаружено 226 видов из 20 классов водных беспозвоночных. Приведены сведения о биомассе, трофической структуре зообентоса и зоопланктона (в том числе протозоопланктона), их изменениях в период открытой воды на различных участках реки. Выявлены доминирующие таксоны (по биомассе, численности, встречаемости, видовому обилию). Даны оценка экологического состояния реки и зоогеографический анализ фауны.

ВВЕДЕНИЕ

Река Барнаулка впадает в р. Обь в районе г. Барнаула. Ее протяженность ~170 км, площадь бассейна 5720 км². На большей части река течет по центру ленточного соснового бора. В верховьях протекает через ряд вытянутых проточных озер, зарегулирована многочисленными плотинами и дамбами, испытывает значительное антропогенное воздействие. В верхнем и среднем течении основную долю загрязнения составляют стоки сельскохозяйственных предприятий, в нижнем течении (в черте г. Барнаула) – бытовые отходы и промышленные стоки [17].

Данные о фауне водных беспозвоночных разных таксономических групп бассейна р. Барнаулка отрывочны или отсутствуют, нет сведений и о фауне простейших. Имеются лишь данные по видовому составу зоопланктона реки [7] и по численности и биомассе основных групп зообентоса озер в верховьях реки [9].

В работе приведены оценка современного состояния и обобщенная характеристика фауны и экологии водных беспозвоночных бассейна р. Барнаулка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 1995–2000 гг. на восьми мониторинговых станциях р. Барнаулка (см. таблицу), 10 основных притоках и связанных с ней семи озерах (разовые сборы с целью максимального выявления видового состава) отобрано 185 проб протозоопланктона, 60 проб мезозоопланктона и 303 пробы зообентоса.

Использовали стандартные гидробиологические, в том числе протозоологические методики [18]. Протозоопланктон отбирали простым за-

черпыванием воды (200 мл), мезозоопланктон фильтровали через сеть Апштейна (50 л), зообентос собирали дночерпателем Петерсена (площадь захвата 1/40 м²). Для видового определения личинок хирономид (*Diptera*) изучали политенные хромосомы слюнных желез [11]. Систематика инфузорий дана по Пайторак (цит. по [23]). Определение пищевой специализации инфузорий проводили по таблицам Фойсснера и Бергера [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За период исследования в бассейне р. Барнаулка обнаружено 226 видов водных беспозвоночных из 19 классов: девять классов инфузорий, один – губок, один – кишечнополостных, один – щупальцевых, два – кольчатых червей, два – моллюсков и три – членистоногих.

Зоопланктон. В зоопланктоне р. Барнаулка зарегистрировано 114 видов беспозвоночных животных. Микрзоопланктон реки представлен только инфузориями – 74 вида из девяти классов (*Karyorelictea* – 2, *Heterotrichea* – 5, *Hypotrichea* – 16, *Oligotrichea* – 8, *Colpodea* – 4, *Litostomatea* – 13, *Phyllopharyngea* – 3, *Nassophorea* – 3 и *Oligohymenophorea* – 20). Наибольшее количество видов приходилось на классы *Oligohymenophorea* и *Hypotrichea*. Инфузории класса *Oligohymenophorea* были представлены планктонными и прикрепленными видами, а класса *Hypotrichea* – бентосными. Наличие бентосных и прикрепленных видов инфузорий в планктоне – типичное явление для мелководных рек.

Наибольшая встречаемость наблюдалась у мелких инфузорий классов *Oligotrichea* и *Oligohymenophorea* (размеры доминирующих видов 20–75 мкм). Эти простейшие относятся к типичным представителям планктона и отмечены в во-

дохранилища Украины [16], Октябрьском водохранилище (Краснодарский край) [13], водоемах Молдавии [21], р. Москве [4].

По частоте встречаемости в пробах (57% проб) доминировал *Coleps hirtus* (Nitzsch), который, по мнению Н.В. Мамаевой [15], относится к числу лучших индикаторов сапробного состояния водоема. Увеличение численности *C. hirtus* свидетельствует о повышении степени сапробности водоема, в олиготрофных водоемах вид никогда не бывает массовым.

Выявлены три трофические группы инфузорий на различных станциях реки (рис. 1). По направлению к устью количество бактериофагов увеличилось, что свидетельствовало о более сильном органическом загрязнении реки в черте города. Численность хищников и альгофагов оставалась приблизительно одинаковой на всех станциях. Исключение составляла ст. 6, ниже стоков завода "АЗА", где число видов-бактериофагов самое низкое, что, возможно, связано с токсичностью стоков предприятия.

Мезозoopлaнктон бассейна реки представлен 16 видами коловраток (Rotatoria), 9 видами веслоногих рачков (Copepoda) и 15 видами ветвистоусых рачков (Cladocera) [7, 17]. В 1997 г. из коловраток доминировала *Asplanchna priodonta* Gosse (10.8% численности мезозoopлaнктона), реже встречались *Brachionus calyciflorus* Pallas и *B. quadridentatus* Hermann (3.75 и 2.06% соответственно). Из веслоногих наибольшего развития достигали *Mesocyclops leuckarti* Claus и *Eucyclops denticulata* Fisch. (0.65 и 0.2%). Доминирующим видом мезозoopлaнктона и, в частности, ветвистоусых была *Moina macrocopa* Straus (79.04%). Численность субдоминантных ветвистоусых *Bosmina longirostris* O.F. Müller и *Alona affinis* Leydig была существенно ниже (2.78 и 0.14%) [17].

От истоков к устью численность всех групп мезозoopлaнктона возрастала и достигала максимальных значений на ст. 6, наиболее сильный рост показателя наблюдался у ветвистоусых (до 12940 экз./м³). Такое повышение численности зооплankтона объяснялось увеличением трофности реки от истоков к устью [17]. Затем численность всех групп мезозoopлaнктона снижалась вплоть до устья, что, вероятно, связано с токсическим действием стоков завода "АЗА" на зооплankтеров. Динамика биомассы мезозoopлaнктона в основных чертах повторяла динамику численности. Биомасса ветвистоусых в силу их большей индивидуальной массы всегда превышала таковую остальных групп зооплankтона и колебалась от 2.8 мг/м³ на ст. 3 до 1462.3 мг/м³ на ст. 6 [17].

В весенний период 1997 г. наибольший вклад в численность мезозoopлaнктона вносили веслоногие (100 экз./м³), доминировал *Mesocyclops leuckarti*. В первой половине лета резко возрастала плот-

Станции отбора проб на р. Барнаулка

Номер станции	Расстояние от устья, км	Место расположения
1	87	У моста в районе с. Зимино
2	52	У плотины около с. Черемное
3	13	0.2 км ниже пос. Борзовая заимка
4	9	Г. Барнаул: 0.05 км ниже городского пляжа "Лесной пруд"
5	6	Г. Барнаул: 0.02 км ниже впадения р. Пивоварка
6	4.5	Г. Барнаул: 0.01 км ниже стока Алтайского завода агрегатов "АЗА"
7	0.5	Г. Барнаул: под мостом на Социалистическом проспекте
8	0.1	Устье, г. Барнаул около Речного вокзала

ность коловраток (до 4243 экз./м³), преобладала *Asplanchna priodonta*. В середине и второй половине лета главенствующую роль играли ветвистоусые (57815 экз./м³), доминировала *Moina macrocopa*. Осенью численность ветвистоусых падала, и на первое место опять выходили веслоногие (10 экз./м³), превалировал *Eucyclops denticulata*. Динамика биомассы мезозoopлaнктона повторяла динамику численности. Весной наибольшей биомассы достигали веслоногие (7 мг/м³), в начале июня – коловратки (21 мг/м³), во второй половине лета – ветвистоусые (65 мг/м³), осенью вновь преобладали веслоногие (1 мг/м³) [17]. Подобная смена доминирующих групп отмечена для многих рек Европы [12].

Доминирование ветвистоусых рачков в зооплankтоне характерно для рек с высокой степенью трофности [10], к которым относится и р. Барнаулка [17]. Зооплankтон верховьев р. Оби и ее главных притоков (реки Алей, Чумыш, Касмала, Барнаулка) ротаторного типа [7]. Колловратки составляют 73.5% видов мезозoopлaнктона верховий р. Оби и 47.6% р. Барнаулка [7]. По данным авторов, в р. Барнаулка доля коловраток не превышала 34.5% видового состава мезозoopлaнктона.

Общая численность микрзооплankтона в 1997 г. колебалась от 160 до 3060 тыс. экз./м³, численность мезозoopлaнктона – от 34 экз./м³ до 218 тыс. экз./м³ [17]. Анализ сезонной динамики численности микро- и мезозoopлaнктона (рис. 2) показал, что весной, в мае, численность инфузорий заметно превышает таковую мезозoopлaнктона. В это время года значительна роль инфузорий. Именно простейшие вовлекают большое количество органического вещества в круговорот веществ в водоеме и создают базу для развития мезозoopлaнктона. В летний период численность

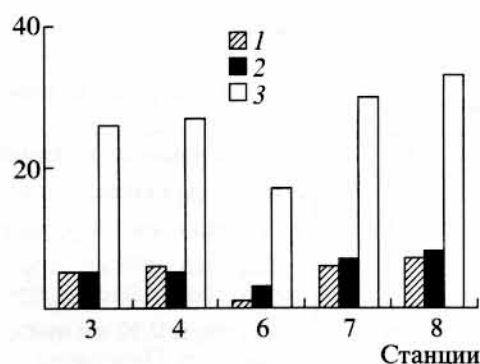


Рис. 1. Количество видов инфузорий (по оси ординат) трех трофических групп на различных участках р. Барнаулка в 1995–1998 и 2000 гг.: 1 – хищники, 2 – альгофаги, 3 – бактериофаги.

инфузорий резко падает, а численность мезозоопланктона возрастает. К концу лета и осенью численность инфузорий снова заметно повышается, что связано с уменьшением численности мезозоопланктона. Подобное изменение численности зоопланктона отмечено Н.В. Мамаевой для р. Волги [15].

Максимальная численность инфузорий (2448 тыс.экз./м³) отмечена на ст. 4. На трех других станциях она была ниже и мало отличалась на различных участках: ст. 3 – 1554 тыс.экз./м³, ст. 7 – 1696 тыс.экз./м³ и ст. 8 – 1423 тыс.экз./м³.

В сезонном аспекте биомасса микро- и мезозоопланктона изменялась аналогично численности. По станциям отбора проб доля инфузорий в биомассе зоопланктона от 97% (ст. 3) до 31% (станции 7 и 8) (рис. 3) при росте суммарной биомассы зоопланктона с 0.22 до 1.04 г/м³ от истоков к устью. Для сравнения, в р. Кубань доля инфузорий в биомассе зоопланктона составляла от 0.1 до 63% в зависимости от времени года; в Октябрьском водохранилище (бассейн р. Кубани) зоопланктон по биомассе в среднем за год на 82.7% состоял из инфузорий [13]; в водохранилищах р. Днепра на долю инфузорий приходилось 7–66% биомассы зоопланктона [16]; в р. Волге в летний период доля инфузорий в зоопланктоне составляла 10–20% [15]. Таким образом, соотношение биомассы инфузорий и биомассы других зоопланктеров в р. Барнаулка не противоречит аналогичным данным по водным объектам Восточной Европы.

Зообентос. С 1996 по 2000 г. в р. Барнаулка, ее притоках и проточных озерах обнаружено 112 видов: губок – 1, гидроидных полипов – 1, мшанок – 1, малощетинковых червей – 9, пиявок – 5, двусторчатых моллюсков – 6, брюхоногих – 16, ракообразных – 5, паукообразных – 2, насекомых – 66 (из них двукрылых – 29) [17].

Наибольшее значение (по численности, биомассе и числу видов) в зообентосе р. Барнаулка

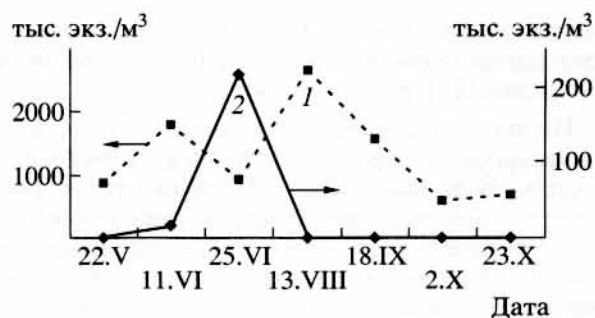


Рис. 2. Средняя по станциям численность микро- (1) и мезозоопланктона (2) реки в различные периоды 1997 г.

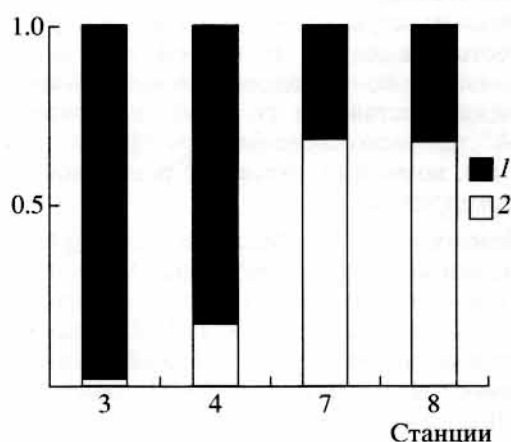


Рис. 3. Доля микро- (1) и мезозоопланктона (2) в средней биомассе зоопланктона за май–октябрь 1997 г. на различных участках р. Барнаулка.

имели олигохеты, моллюски и хирономиды. Олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. и *Tubifex tubifex* (O.F. Müller) встречались на всем протяжении реки, но наиболее обильными были в местах загрязнения органическими веществами. Повсеместно отмечались моллюски *Lymnaea ovata* (Drap.) и *L. stagnalis* (L.), на станциях 1 и 2 наблюдалось массовое развитие *Planorbis planorbis* (L.). Из хирономид доминировали личинки подсем. Chironominae (*Chironomus acutiventris* Wülker et al., Ch. gr. *plumosus*), развивавшиеся на заиленных грунтах. Ортокладиины в основном были представлены родом *Cricotopus* (*C. bicinctus* Meig., *C. silvestris* Fabr.) и встречались в зарослях макрофитов [17].

Из других таксонов следует отметить насекомых из отрядов стрекоз, поденок, клопов и жуков, их развитие наблюдали в местах с пониженной скоростью течения. Из стрекоз чаще других встречалась *Brachitron pratense* O.F. Müller, из поденок – *Cloen dipterum* (L.) и *Ephemerella ignita* (Poda), из клопов – *Nepa cinerea* L. и *Ilyocoris cimicoides* L., из жуков – *Dytiscus circumflexus* F.

Исследование численности и биомассы показало, что зообентос был распределен по реке неравномерно. В 2000 г. при полном отсутствии бентоса в большинстве проб, отобранных на илистых грунтах (станции 6 и 7), наибольшие величины численности (до 449.8 экз./м²) отмечены на заиленном песке (ст. 2), а биомассы (26.9 г/м²) – на грубом детрите (ст. 1) (рис. 4). В черте г. Барнаула (станции 4–8) по численности и биомассе доминировали олигохеты, за пределами города по численности доминировали хирономиды, по биомассе – моллюски (рис. 4). При этом численность и биомасса зообентоса заметно уменьшались от истоков к устью, что, вероятно, связано с загрязнением реки, которое возрастает в этом направлении [17].

В составе зообентоса р. Барнаулка мирные формы почти всегда преобладали над хищными, причем прослеживалась тенденция к уменьшению доли хищников вниз по течению. В верхнем и среднем течении хищные формы (пиявки, жуки, клопы, хирономиды *Cryptochironomus* gr. *defectus*) составляли 15–30% численности зообентоса, тогда как в черте г. Барнаула доминировали детритоядные формы (тубифициды, хирономиды рода *Chironomus*) – 95–100%. Такое снижение доли хищников в экосистеме свидетельствует об уменьшении ее устойчивости вследствие сильного антропогенного воздействия [1]. Наблюдаемая перестройка трофической структуры планктонных и бентосных сообществ четко отражает тенденцию к накоплению в реке органических веществ вниз по течению [17].

Состояние р. Барнаулка в черте города, согласно классификации В.А. Абакумова [1, 18], можно охарактеризовать как антропогенный экологический регресс, а в самом нижнем течении – как метаболический регресс. В то же время состояние биоценозов верхнего и среднего течения характеризуется как фоновое с локальными участками антропогенного экологического напряжения.

Зоогеографический анализ. Первую систему зоогеографического районирования континентальных вод СССР и сопредельных стран предложил Л.С. Берг [6]. Позднее его систему районирования в общем виде приняли для основных групп зообентонтов: моллюсков [8], пиявок [14] и олигохет [20]. Согласно Л.С. Бергу [6] и В.И. Жадину [8], бассейн р. Барнаулка принадлежит к Западно-Сибирскому округу Циркумполярной подобласти, т.е. тяготеет к восточной части Палеарктики. Систему В.И. Жадина [8] в дальнейшем развил и детализировал Я.И. Старобогатов [19]. Иную систему зоогеографического районирования предложил Б.Ф. Бельшев [5] на основе изучения фауны стрекоз. Согласно Б.Ф. Бельшеву [5], бассейн р. Барнаулка входит в Европейско-Сибирскую подобласть, т.е. относится к Западной Палеарктике.

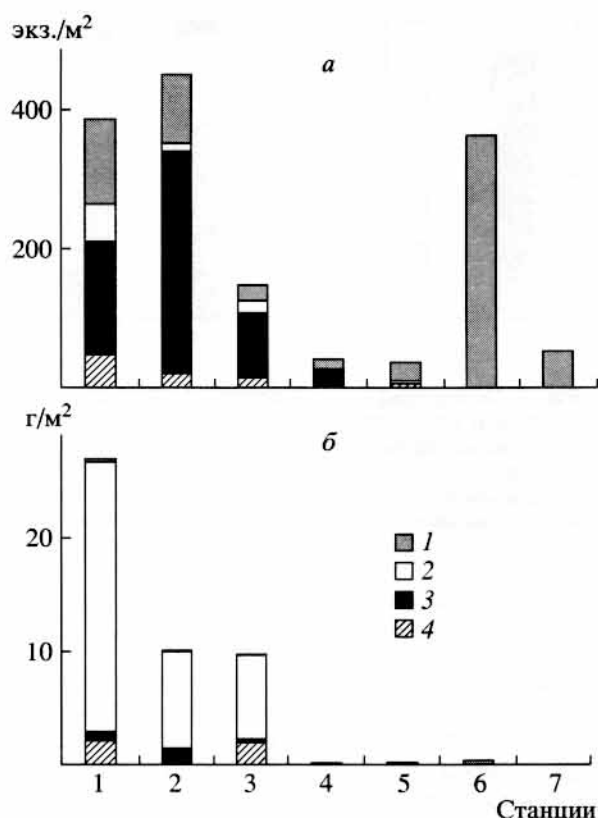


Рис. 4. Средние (за апрель-октябрь 2000 г.) численность (а) и биомасса (б) отдельных таксонов зообентоса на различных участках реки: 1 – олигохеты, 2 – моллюски, 3 – хирономиды, 4 – прочие.

Зоогеографический анализ зообентоса р. Барнаулка показал преобладание транспалеарктических (*Glyptotendipes glaucus* (Meig.), *Notonecta glauca* L.) и западно-палеарктических видов (*Endochironomus tendens* F., *Tanytus punctipennis* (Meig.)). Отмечаются также голарктические виды (*T. tubifex*, *Polypedilum nubeculosum* (Meig.)), их доли составляют 0.39, 0.34 и 0.23 видов соответственно. На восточно-палеарктические виды (*Chironomus novosibiricus* Kiknadze et al.) приходится 0.04.

В отдельных таксонах доминируют разные зоогеографические группировки. Олигохеты и пиявки представлены в основном голарктиками и космополитами. У ракообразных преобладают транспалеаркты. Среди насекомых доминируют западно-палеарктические и транспалеарктические виды (рис. 5).

В соответствии с новейшими системами зоогеографического районирования [5, 19], бассейн р. Барнаулка можно отнести к западной части Палеарктики. Аналогичные данные по зоогеографическому составу зообентоса получены и на другом равнинном притоке Верхней Оби – р. Большая Черемшанка [2]. Исследования фауны хирономид

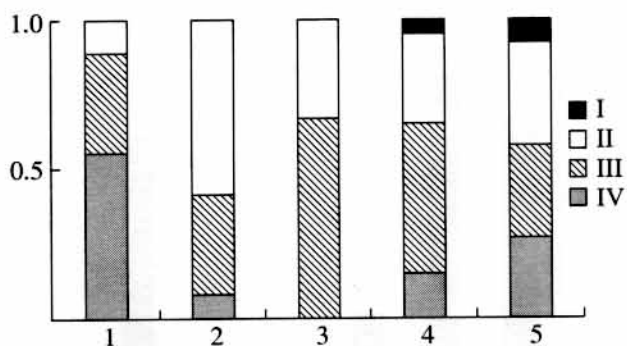


Рис. 5. Зоогеографический спектр зообентоса (доля от общего количества видов) по таксонам: I – голаркты и космополиты, II – транспалеаркты, III – западно-палеаркты, IV – восточно-палеаркты; по оси абсцисс: 1 – олигохеты и пиявки, 2 – моллюски, 3 – ракообразные, 4 – насекомые без хирономид, 5 – хирономиды.

водных объектов бассейна Верхней Оби также подтверждают близость ее к европейской [3].

Выводы. С 1995 по 2000 г. в бассейне р. Барнаулка обнаружено 226 видов из 19 классов водных беспозвоночных. В зоопланктоне наиболее богато представлены инфузории (74 вида) и коловратки (16 видов), в зообентосе – насекомые (66 видов) и брюхоногие моллюски (16 видов). Трофические структуры планктона и бентоса характеризуются преобладанием бактериофагов и детритофагов, причем от истоков к устью их доля растет, а хищных форм – падает. Это отражает тенденцию накопления в реке органических веществ вниз по течению. Состояние экосистемы реки за пределами г. Барнаула (верхнее и среднее течение) характеризуется как фоновое, а в черте города – как антропогенный экологический регресс. Зоогеографический анализ показал, что зообентос реки представлен широко распространенными в Палеарктике и Голарктике видами, а также видами, характерными для Западной Палеарктики. В целом гидрофауна реки близка к европейской.

За методическую помощь в сборе и анализе материала выражаем искреннюю благодарность В.В. Кириллову, А.П. Мильникову, И.И. Кикнадзе, А.Г. Истоминой и Г.Н. Мисейко, за предоставленные материалы по зоопланктону р. Барнаулка – П.А. Дюрину.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты №№ 00-15-98542 и 01-04-49893.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов В.А., Ахметьева Н.П., Бреховских Б.Ф. и др. Ивановское водохранилище: современное состояние и проблемы охраны. М.: Наука, 2000. 344 с.
2. Безматерных Д.М. Структура зообентоса реки Большая Черемшанка как индикатор качества природных вод // Природные и антропогенные предпосылки состояния здоровья населения Сибири: Матер. науч.-практ. конф. Барнаул: АлтГУ, 2001. С. 51–54.
3. Безматерных Д.М., Мисейко Г.Н. Зоогеографический аспект применения хирономид как индикаторов качества природных вод бассейна Верхней Оби // Особо охраняемые природные территории Алтайского края и сопредельных территорий, тактика сохранения видового разнообразия и генофонда: Тез. докл. науч.-практ. конф. Барнаул: АлтГУ, 1999. С. 77–78.
4. Белова И.В. Видовой состав и особенности экологии Ciliophora в реке Москве // Зоол. журн. 1998. Т. 77. № 12. С. 1349–1356.
5. Бельшев Б.Ф. Стрекозы Сибири (Odonata). Новосибирск: Наука, 1973–1974. Т. 1–2. 678 с.
6. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 454 с.
7. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука, 1999. 285 с.
8. Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 376 с.
9. Иванова З.А. Рыбы степной зоны Алтайского края. Барнаул: АНИИСХ, 1962. 152 с.
10. Иванова М.Б. Влияние загрязнения на планктонных ракообразных и возможность их использования для определения степени загрязнения рек // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1976. С. 68–80.
11. Кикнадзе И.И., Шилова А.И., Керкис И.Е. и др. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас. Новосибирск: Наука, 1991. 115 с.
12. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1980. Т. 2. 440 с.
13. Корниенко Г.С. Инфузории в составе планктона естественных водоемов Кубани // Гидробиол. журн. 1972. Т. 8. № 4. С. 16–26.
14. Лукин Е.И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов. Фауна СССР. Л.: Наука, 1976. Т. 1. Пиявки. 486 с.
15. Мамаева Н.В. Инфузории бассейна Волги. Л.: Наука, 1979. 150 с.
16. Небрат А.А. Планктонные инфузории // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1989. С. 44–53.
17. Река Барнаулка: экология, флора и фауна бассейна. Барнаул: АлтГУ, 2000. 224 с.
18. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
19. Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. Л.: Наука, 1970. 372 с.
20. Чекановская О.В. Водные малощетинковые черви СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 411 с.
21. Чорик Ф.П. Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев: АН МССР, 1968. 251 с.

22. *Foissner W., Berger H.* A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology // *Freshwater Biol.* 1996. V. 35. P. 375–482.
23. *Foissner W., Berger H., Kohmann F.* Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems. München, 1995. Bd 4: Gymnostomatea, Loxodes, Suctoria. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. H. 1/95. 540 S.

Fauna and Ecology of Aquatic Invertebrates in the Barnaulka River (the Ob Basin)

D. M. Bezmaternykh, O. V. Eydukaitene

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, 656032 Barnaul, ul. Molodezhnaya, 1, Russia

In this paper the assessment of the present-day state and general characteristic of fauna and ecology of aquatic invertebrates in the Barnaulka river (the Ob' tributary) is given. During the period of studies (1995–2000) 226 species of 20 classes of aquatic invertebrates were found in the river, its tributaries and drainage lakes. Abundance, biomass and trophic structure of zoobenthos and zooplankton including protozooplankton, their changes during a vegetation period in different river's sites were studied. The predominant taxa were revealed. The assessment of ecological state of the river was made due to investigations mentioned above. The results of the zoogeographical analysis are presented.