ЗООБЕНТОС РЕК ЧУЛЫМ И КАРГАТ (БАССЕЙН ОЗЕРА ЧАНЫ, ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Охарактеризованы видовой состав, плотность и биомасса зообентоса притоков оз. Чаны – рек Чулым и Каргат (Новосибирская обл.). Выявлены доминирующие таксоны по числу видов, плотности и биомассе. Дана оценка качества вод изученных рек методами биологической индикации по составу и структуре сообществ донных беспозвоночных.

Д.М. Безматерных*, кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук

К.В. Чернышкова, магистрант, ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет

О.Н. Вдовина, младший научный сотрудник ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук

Введение

Реки Чулым и Каргат — основные притоки крупнейшего по площади и важнейшего для рыбного хозяйства водоема Западной Сибири — оз. Чаны [1, 2] (*рис. 1*). Водный сток рек Чулым и Каргат отличается большой межгодовой изменчивостью. В 1948 г. суммарный годовой сток этих рек достигал 1,72 км^3, а в 1968 г. составил всего 0,013 км^3, при среднемноголетнем годовом суммарном стоке этих рек 0,44 км^3. Реки берут начало на Приобском плато и текут в юго-западном направлении. Долины их слабо разработанные, ширина 25-60 км. Водоразделы выражены слабо, верховья заболочены, уклоны небольшие [3]. В соответствии с классификацией речных систем Сибири [4] изученные реки по площади бассейна относятся к средним рекам, по длине — к большим, а по расходу воды — к малым.

Общая длина р. Чулым 392 км, площадь бассейна 17900 км^2, среднемноголетний расход воды 3,19 м^3/сек (с. Ярки) [5]. Берет начало из болот Барабинской степи, в низовье проходит через озёра Саргуль и Урюм, впадает в плес Малые Чаны. Верхнее течение реки характеризуется шириной русла около 5 м. В среднем течении оно расширяется до 8-10 м, а в нижнем — до 15 м. Вода имеет прозрачность до дна по всей длине при глубине около 1 м и только на устьевом участке реки прозрачность вод составляет около 20 см [6]. Основной источник питания реки зимние осадки (93 %), доля дождевого стока — 2 %, грунтового — 5 %. Принимает приток р. Каргат в приустьевой зоне.

Длина р. Каргат 387 км, площадь водосбора 7200 км^2, среднемноголетний расход воды 7,99 м^3/сек (с. Здвинск) [5]. Река образуется в южной части Васюганских болот. Верхнее течение р. Каргат характеризуется шириной русла 6-7 м и прозрачностью воды до дна (глубина 1 м). Для среднего течения реки типична ширина около 8 м, при этом прозрачность вод несколько ниже, чем в верхнем течении (60 см). В нижнем течении река расширяется до 12 м и воды обладают меньшей прозрачностью (50 см), которая еще уменьшается в устьевой области [6]. Большая часть бассейна реки находится в Барабинской степи. На всем протяжении долина реки характеризуется озеровидными или займищными расширениями. Питание в основном снеговое.

Минерализация и жесткость воды в реках Чулым и Каргат увеличиваются от истока к устью. Верхнее течение р. Чулым характеризуется минерализацией 595 мг/л, в среднем течении 720 мг/л, а в нижнем течении 1137 мг/л, в то время как на устьевом участке минерализация немного ниже — 820 мг/л. В верхнем течении воды р. Каргат имеют значение минерализации 531 мг/л, для среднего течения этот показатель выше — 758 мг/л, еще большее значение отмечено для нижнего течения (985 мг/л) и максимальный уровень минерализации (1368 мг/л) обнаружен в устьевой области реки. В водах верховьев рек Чулым и Каргат из солей преобладает гидрокарбонат натрия. Среднее и нижнее течения р. Каргат характеризуются повышенным содержанием сульфатов. В воде среднего течения р. Чулым среди анионов преобладают хлориды. Относительное содержание хлоридов в солевом составе вод Каргата и Чулыма возрастает к устью [2]. Весной в половодье ионный состав воды р. Чулым гидрокарбонатно-натриевый, в остальное время года в анионном составе преобладают хлориды [7].

*Адрес для корреспонденции: bezmater@iwep.ru

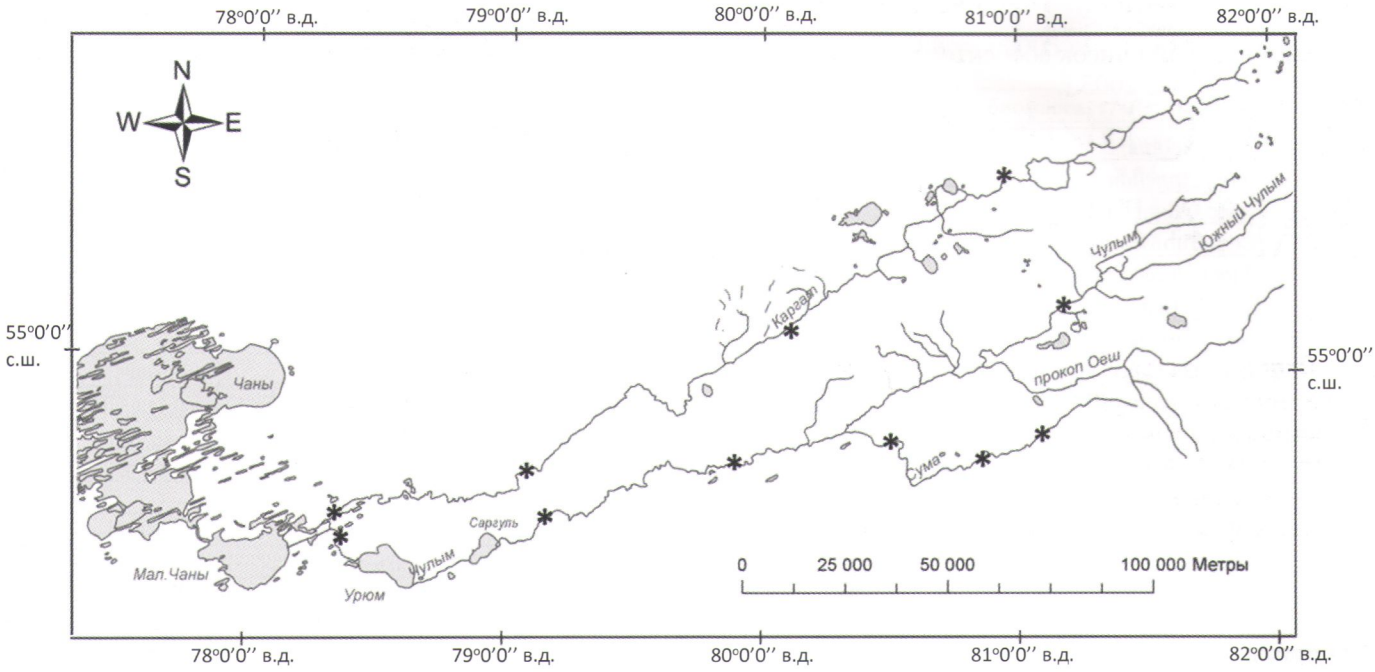

Рис. 1. Карта-схема бассейна рек Чулым и Каргат: * — места отбора проб.

В период изучения содержание фосфатов-ионов в воде было от менее 0,05 до 0,8 мг/л, аммония — 0,3-1,19, нитратов — 0,38-2,26 [6].

Несмотря на сравнительно хорошую изученность зообентоса самого оз. Чаны [1, 2, 8-15], данные о зообентосе его притоков — рек Чулым и Каргат в литературных источниках отсутствуют.

Ключевые слова: Чулым, Каргат, Чаны, зообентос, биоиндикация

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили 22 пробы зообентоса (16 количественных и 6 качественных), отобранных сотрудниками Института водных и экологических проблем СО РАН 13-21 июля и 25-26 августа 2005 г. при проведении комплексных исследований рек Чулым и Каргат (включая приток — р. Сума).

Материал собирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим методикам [16]. Качественные сборы зообентоса проводили сачком или скребком, количественные — дночерпателем ГР 91-000 ТО (по три повторности на пробу). Пробы промывали через гидробиологическую сеть с размером ячеи 450х450 мкм, фиксировали 70 % этанолом. Для оценки экологического состояния исследованных водных объектов использовали индекс сапробности по Пантле и Букку, и видового богатства Р. Маргалефа [17]. Уровень трофности определяли по шкале С.П. Китаева [18]. Оценку Сходство таксономического состава оценивали при помощи мер включения [19]. Таксономическое определение проводили по [20].

Результаты и их обсуждение

Река Чулым

В составе зообентоса обнаружено 38 видов беспозвоночных, среди них представители 7 классов (*табл. 1*): малощетинковые черви, пиявки, моллюски — брюхоногие и двустворчатые, паукообразные — пауки и клещи, ракообразные, насекомые — поденки, клопы, жуки, стрекозы, двукрылые. Среди двукрылых отмечены эфидриды, хирономиды, мокрецы и слепни. Самыми многочисленными были жуки, слепни и хирономиды, их средняя плотность составила около 41 экз./м^2. Максимальная биомасса отмечена у личинок слепней — 1,16 г/м^2, для жуков (личинки и имаго) это значение составляло 0,51 г/м^2, а средняя биомасса личинок хирономид была одной из самых наименьших — 0,04 г/м^2 (*табл. 2*). Моллюски были распределены в пробах неравномерно. Количество видов в пробе различалось на протяжении реки от 1-3 видов в верхнем и нижнем течении до 5-6 в среднем. Во всех пробах имелись пустые и разрушенные раковины двустворчатых моллюсков.

Таблица 1

Таксономический список зообентоса рек Чулым и Каргат в 2005 г.

Таксоны	Реки	
Tun Annelida	Чулым	Каргат
Класс Oligochaeta		
Сем. Tubificidae		
Limnodrillus sp.	+	+
Класс Hirudinea		
Erpobdella nigricolis Brandes	+	+
E. octocullata L.	+	
Helobdella stagnalis L.	+	
Glossiphonia complanata L.		+
Tun Mollusca		
Класс Bivalvia		
Euglesa sp.	+	+
Класс Gastropoda		
Сем. Bithyniidae		
Bithynia tentaculata L.	+	+
B. sp.		+
Сем. Bulinidae		
Planorbarius corneus (L.)	+	+
P. sp.		+
Сем. Lymnaeidae		
Lymnaea auricularia L.		+
L. fragilis L.	+	+
L. ovata Draparnaud	+	+
L. psilia Bourguignat	+	
L. stagnalis L.	+	
L. terebra Westerlund		+
L. sp.	+	
Сем. Planorbidae		
Anisus contortus L.	+	+
A. sp.	+	+
Planorbis planorbis L.	+	+
Сем. Valvatidae		
Cincinna sp.	+	
Valvata cristata Müller	+	
Tun Arthropoda		
Класс Arachnida		
Отр. Aranei		
Dolomedes fimbriatus Cl.	+	+
Отр. Acari	+	
Класс Crustacaea		
Отр. Amphipoda		
Сем. Gammaridae		
Gammarus lacustris Sars.	+	+
Класс Insecta		
Отр. Ephemeroptera		
Сем. Caenidae		
Caenis sp.	+	+
Отр. Heteroptera		
Сем. Gerridae		
Gerris sp.		+
Сем. Naucoridae		
Ilyocoris cimicoides L.	+	
Сем. Nepidae		
Nepa cinerea L.	+	+
Ranatra linearis L.	+	+

Таксоны	Реки	
Tun Annelida	Чулым	Каргат
Сем. Notonectidae		
Notonecta glauca L.		+
Отр. Trichoptera		
Сем. Hydropsychidae		
Hydropsyche sp.		+
Сем. Limnephilidae		
Limnephilus rhombicus L.		+
Сем. Molannidae		
Molanna sp.		+
Сем.Phryganeidae		
Phryganea sp.		+
Отр. Coleoptera		
Сем. Chrysomelidae		
Donacia sp.		+
Сем. Dytiscidae		
Acilius sulcatus L.		+
A. sp.	+	+
Hydaticus sp.		+
Rhantus frontalis Marsham		+
Сем. Haliplidae		
Haliplus sp.		+
Сем. Hydrophilidae		
Hydrobius sp.	+	+
Berosus sp.	+	
Laccobius sp.		+
Отр. Odonata		
Сем. Coenagrionidae		
Coenagrion armatum Charpentier		+
Enallaghma cyathigerum Charpentier		+
Erythromma najas Hans.	+	+
Ischura elegans Vanderlinder	+	
Сем. Libellulidae		
Sympetrum sp.	+	+
Отр. Megaloptera		
Сем. Sialidae		
Sialis sp.		+
Отр. Diptera		
Сем. Ephydridae		
Setacera sp.	+	
Сем. Ceratopogonidae		
Culicoides sp.	+	
Mallochohelea sp.		+
Sphaeromias pictus Meigen	+	+
Сем. Chironomidae		
Ablabesmyia sp.	+	+
Chironomus cf. *plumosus* (L.)		+
Gliptotedipes paripes Kieffer		+
G. sp.	+	+
Paratanytarsus sp.		+
Polypedilum sp.		+
Procladius ferrugineus Kiffer	+	+
Psectrocladius sp.	+	+
Tanytarsus mendax Kieffer		+
Сем. Tabanidae		
Tabanus autumnalis L.		+
T. sp.	+	+
Всего видов	38	52

Таблица 2

Средняя плотность и биомасса зообентоса рек Чулым и Каргат в июле-августе 2005 г.

Таксоны	Средняя плотность, экз./м^2		Средняя биомасса, г/м^2	
	Чулым	Каргат	Чулым	Каргат
Hirudinea	22,9	22,9	0,07	0,04
Trichoptera	0,00	41,1	0,00	1,73
Coleoptera	41,1	0,00	0,51	0,00
Odonata	22,9	22,9	0,07	0,09
Megaloptera	0,00	22,9	0,00	0,61
Ceratopogonidae	22,9	22,9	0,01	0,01
Chironomidae	41,1	94,3	0,04	0,30
Tabanidae	41,1	71,4	1,16	1,30
Ephidridae	22,9	0,00	0,11	0,00
ВСЕГО	215±5,31	298±10,5	1,99±0,13	4,09±0,21

Река Каргат

В зообентосе выявлено 52 вида животных (*табл. 1*). В составе бентоса присутствовали те же классы, что и на р. Чулым. В составе насекомых выявлено еще 2 отряда — ручейники и вислокрылки, а среди двукрылых не обнаружены эфидриды. По плотности доминировали личинки хирономид — 94,3 экз./м^2. Так же, как и на р. Чулым широко распространены личинки слепней — 71,4 экз./м^2, но в количественных пробах отсутствовали жуки, обильные на р. Чулым. Однако, более многочисленными стали личинки ручейников 41,1 экз./м^2, их биомасса составляла 1,73 г/м^2, что являлось максимальным значением для этой реки. Личинки слепней тоже имели достаточно высокие показатели биомассы — 1,30 г/м^2, как и на р. Чулым. При этом биомасса личинок хирономид (имеющих максимальную плотность) составляла всего 0,3 г/м^2 (*табл. 2*). Моллюски распределены относительно равномерно по всей длине реки. По их видовому разнообразию р. Каргат уступает р. Чулыму, обнаружено 1-3 вида на разных участках. Практически во всех пробах обнаружены пустые и разрушенные раковины двустворчатых моллюсков.

Всего в зообентосе изученных рек обнаружено 65 видов беспозвоночных из 7 классов (*рис. 2*): малощетинковые черви (1 вид), пиявки (4), моллюски — брюхоногие (16) и двустворчатые (1), ракообразные (1), паукообразные (2 — пауки и клещи), насекомые (40). Среди насекомых: поденки (1), клопы (5), ручейники (4), вислокрылки

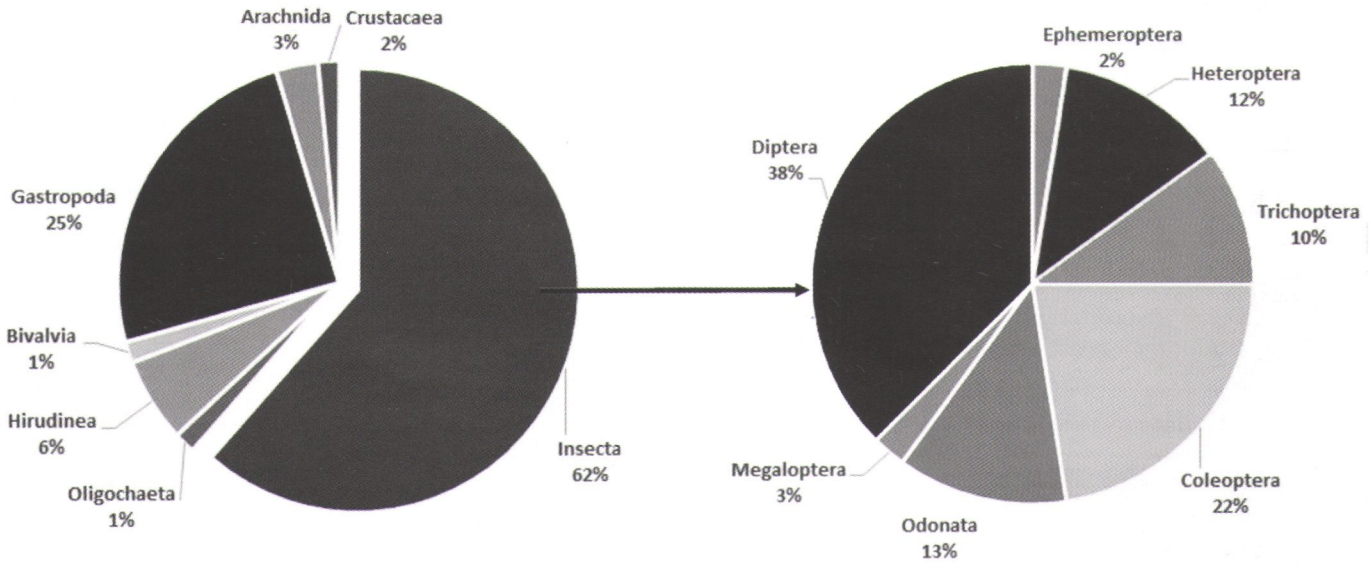

Рис. 2. Доля различных таксонов в видовом составе зообентоса рек Чулым и Каргат: слева — классов животных, справа — отрядов насекомых.

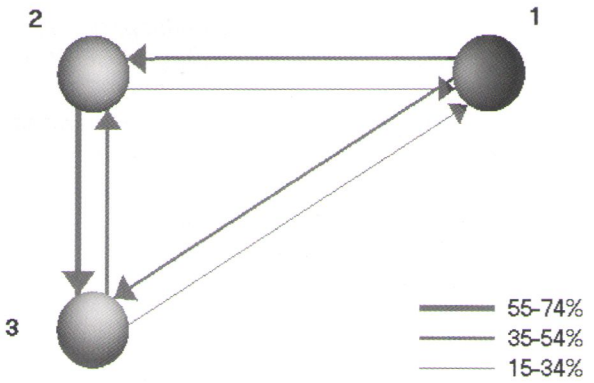

Рис. 3. Ориентированный мультиграф бинарных отношений на множестве мер включения описания зообентоса по наличию видов для различных порогов значимости мер включения в интервале 15-74 %: 1 — оз. Чаны, 2 — р. Чулым, 3 — р. Каргат.

(1), жуки (9), стрекозы (5), двукрылые (15). Среди двукрылых отмечены — эфидриды (1), хирономиды (9), мокрецы (3) и слепни (2 вида).

На основе полученных данных построен ориентированный мультиграф бинарных отношений на множестве мер включения описаний видового состава зообентоса Чулыма, Каргата и оз. Чаны. Таксономический состав зообентоса Чанов оказался наиболее банальным, а р. Каргат — наиболее оригинальным, т.к. в него входит наибольшая доля видов озера и Чулыма (*рис. 3*).

По таксономическому составу зообентос рек Чулым и Каргат сходен с другими реками юга Западной Сибири — притоками Верхней Оби, например, с Барнаулкой [21] и Касмалой [22], которые близки по морфометрическим характеристикам к изученным рекам. Равнинные притоки Оби характеризуются преобладанием в видовом составе бентоса насекомых, а среди них двукрылых (далее по числу видов следуют моллюски и кольчатые черви). Структура биомассы бентоса рек Чулым и Каргат несколько отличалась — преобладание личинок слепней, а также личинок ручейников и жуков не характерно для равнинных притоков Оби. Возможно, это было обусловлено сроками обследования притоков оз. Чаны, которые могли совпасть с вылетом массовых видов хирономид.

Трофическая структура зообентоса, которая учитывает способ питания и преобладающий состав потребляемой пищи, может быть чувствительным индикатором антропогенного воздействия, особенно эвтрофирования [17]. Наибольшее количество видов донных животных рек Чулым и Каргат составляли зоофаги — 51 %, фитофагов и всеядных было меньше — 26 и 21,5 %, соответственно. Наименьшее значение выявлено для фильтраторов — 1,5 %. Низкая доля фильтраторов и высокая доля организмов, потребляющих детрит, свидетельствует о высокой степени трофности водных экосистем [23]. Содержание ионов аммония в Чулыме и Каргате также характерно для эвтрофных и политрофных вод, нитратов — для мезотрофных и политрофных, и фосфатов — для эвтрофных и гипертрофных [6]. Однако уровень биомассы зообентоса изученных рек соответствовал низкой и средней степени трофности по шкале С.П. Китаева [18] (*табл. 3*). Необходимо учитывать, что эта шкала разработана для озер и используется в виду отсутствия специальной градации уровня развития речных сообществ.

По индексу сапробности (Пантле и Букка), рассчитанному по индикаторным видам зообентоса, изученные участки рек оценены как мезосапробные, что свидетельствует об умеренном загрязнении вод. По данным Росгидромета качество вод р. Каргат (с. Здвинск) свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды [24]. В течение 2005 г. наблюдалась характерная загрязненность магнием, хлорид- и сульфат-ионами, аммонийным и нитрит-

Таблица 3

Биоиндикационные показатели зообентоса рек Чулым и Каргат в 2005 г.

Биологические индикаторы	Реки	
	Чулым	Каргат
Уровень биомассы (класс продуктивности)	β-олиготрофный (низкий)	α-мезотрофный (умеренный)
Зона сапробности (индекс сапробности)	β-мезосапробная (1,90)	β-мезосапробная (2,03)
Индекс видового богатства Р. Маргалефа	6,95	6,24
Степень загрязнения вод по шкале гидробиологических показателей (класс качества вод) [16]	умеренно загрязненные (3)	умеренно загрязненные (3)

ным азотом, фенолами, нефтепродуктами. Устойчивая загрязненность наблюдалась по $БПК_5$, а по кальцию и общему железу — неустойчивая. По $БПК_5$ и кальцию имел место низкий уровень загрязненности, а для остальных веществ — средний. Большое значение в загрязнении воды имели нефтепродукты.

Следует отметить, что выявленное качество вод Чулыма и Каргата прежде всего определяется естественным фоновым содержанием загрязняющих веществ, обусловленным повышенной минерализацией вод, заболоченностью истоков и низкой скоростью течения, т.к. водосборные бассейны исследованных рек относятся к территориям со средним уровнем антропогенной нагрузки, где нет крупных промышленных предприятий и преобладает аграрный тип природопользования [25].

Выявленное видовое богатство (индекс Р. Маргалефа) зообентоса изученных рек (6,24-6,95) значительно выше, чем в оз. Чаны [26], где максимальное значение он имел на Тагано-Казанцевском плесе (3,04), а минимальное — на Ярковском (1,95), что, вероятно, связано с особенностями условий обитания зообентоса в стоячих водах. Для равнинных притоков Верхней Оби (рек Барнаулка, Б. Черемшанка и Чумыш) этот показатель также не превышал 4,5 [21], что свидетельствует о значительном видовом богатстве донных беспозвоночных рек Чулым и Каргат.

Заключение

В зообентосе рек Чулым и Каргат обнаружено 65 видов беспозвоночных из 7 классов. Для рек характерно доминирование по плотности хирономид, а в р. Чулым — также жуков и слепней. Наибольший вклад в биомассу вносили личинки слепней, жуки и личинки ручейников. Общая биомасса бентоса больше в два раза на р. Каргат (4,1 г/м^2), чем на р. Чулым (2,0 г/м^2).

Биоиндикация качества вод по составу и структуре зообентоса выявила, что Каргат по уровню биомассы является мезотрофным, умеренного класса продуктивности, Чулым — β-олиготрофным, низкого класса продуктивности. По индексу Пантле и Букка реки являются мезосапробными, что свидетельствует об умеренном загрязнении их вод органическими веществами и продуктами их распада.

Работа выполнена при поддержке экспедиционного гранта Президиума СО РАН №52.5 и гранта РФФИ №13-04-02055.

За помощь в сборе и анализе материала выражаем искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории водной экологии, центра водно-экспедиционных исследований ИВЭП СО РАН и особенно к.б.н. Л.М. Киприяновой.

Литература

1. Пульсирующее озеро Чаны. Л.: Наука, 1982. 304 с.
2. Экология озера Чаны. Новосибирск: Наука, 1986. 270 с.
3. Зятькова Л.К. Структурная геоморфология Западной Сибири. Новосибирск: Наука Сибирское отделение, 1979. 200 с.
4. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2001. 163 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. Средняя Обь. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 415 с.
6. Киприянова Л.М. Водная и прибрежно-водная растительность рек Чулым и Каргат (Западная Сибирь) // Растительность России. 2013. №22. С. 63-77.
7. Савкин В.М. Основные гидролого-морфометрические и гидрохимические характеристики озера Чаны / В.М. Савкин, С.Я. Двуреченская, Я.В. Сапрыкина, К.В. Марусин // Сибирский экологический журнал. 2005. №2 С. 183-192.
8. Березовский А.И. Рыбное хозяйство на Барабинских озерах и пути его развития. Красноярск, 1927. 68 с.
9. Петкевич А.Н. Состояние рыбных запасов оз. Чаны и пути их улучшения // Биологические основы рыбного хозяйства. Томск: ТГУ, 1959. С. 279-286.
10. Визер Л.С. Динамика кормовой базы озера Чаны / Л.С. Визер, Д.И. Наумкина // Тез. докл. Всерос. конф. «Сибирская зоологическая конференция» Новосибирск: ИСиЭЖ СО РАН, 2004. С. 236.
11. Мисейко Г.Н. Зообентос озера Чаны: биоразнообразие, биопродуктивность, значение в биоиндикации (Западная Сибирь) // Матер. междунар. конф. «Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века». Минск: НАН Беларуси, 2004. С. 220-223.
12. Безматерных Д.М. Состав, структура и количественная характеристика зообентоса озера Чаны в 2001 году // Сибирский экологический журн. 2005. №2. С. 249-254.
13. Безматерных Д.М. Современное состояние и многолетняя динамика зообентоса озера Чаны / Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова,

К.В. Марусин // Проблемы региональной экологии. 2008. №6. С. 43-48.
14. Безматерных Д.М. Состав и структура зообентоса озера Чаны / Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова, О.Н. Жукова // Мир науки, культуры, образования. 2011. №6-2 (31). С. 430-434.
15. Визер Л.С. Современное состояние кормовой базы озера Чаны / Л.С. Визер, Д.И. Наумкина, Л.Л. Поротникова // Вестник НГАУ. 2012. №2. С. 43-48.
16. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.
17. Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири (аналитический обзор). Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2007. 87 с.
18. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всерос. гидроб. об-ва. Куйбышев, 1986. Ч. 2. С. 254–255.
19. Андреев В.Л. Классификационные построения в экологии и систематике. М.: Наука, 1980. 142 с.
20. Определитель пресноводных беспозвоночных России: В 6 тт. Л.: ЗИН РАН, 1992-2004.
21. Безматерных Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2008. 186 с.
22. Яныгина Л.В. Биоиндикация качества воды реки Касмала по макрозообентосу // Мир науки, культуры, образования. 2011. №6-1 (31). С. 250-252.
23. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.
24. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведения водоохранных мероприятий по территории деятельности Западно-Сибирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2005 год. Новосибирск: Западно-Сибирский УГМС, 2006. Ч. 1. 94 с.
25. Рыбкина И.Д. Методика зонирования территории речного бассейна по совокупной антропогенной нагрузке (на примере Обь-Иртышского бассейна) / И.Д. Рыбкина, Н.В. Стоящева, Н.Ю. Курепина // Водное хозяйство России. 2011. №4. С. 42-53.
26. Безматерных Д.М. Состав и структура зообентоса как индикаторы экологического состояния озера Чаны / Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова, О.Н. Жукова // Матер. III Всерос. конф. «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов». Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. С. 18-21.

D.M. Bezmaternykh, K.V. Chernyshkova, O.N. Vdovina

ZOOBENTHOS OF THE CHULYM RIVER AND THE KARGAT RIVER (BASIN OF LAKE CHANY, SOUTH OF WESTERN SIBERIA)

Species composition, density and biomass of zoobenthos of inflows of Lake Chany - the Chulym River and the Kargat River (Novosibirsk region) are characterized. Dominant taxons by the number of species, density and biomass are identified. The water quality of the rivers studied by methods of biological indication on the composition and community structure of benthic invertebrates was evaluated.

Key words: Chulym, Kargath, Chany, zoobenthos, bioindication