

УДК 574.583

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И СООБЩЕСТВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ МЕЗЕНСКИХ ПРИТОКОВ (РЕКИ КЫМА И СУЛА)

© 2022 г. А. П. Новоселов^а, *, Е. Н. Имант^а, Ю. В. Новикова^а, С. Н. Артемьев^а,
Н. В. Климовский^а, Н. Ю. Матвеев^а, А. Д. Матвеева^а

^аФедеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова УрО РАН,
Россия 163000 Архангельск, наб. Северной Двины, 23

*e-mail: alexander.novoselov@rambler.ru

Поступила в редакцию 30.05.2022 г.

После доработки 10.06.2022 г.

Принята к публикации 19.06.2022 г.

В работе впервые представлены результаты комплексного кадастрового исследования правобережных притоков р. Мезень – Кыма и Сула – в осенний период 2021 г. Приведены характеристики состояния среды обитания гидробионтов, а также результаты изучения планктонных и зообентосных сообществ. Показано, что по химическому составу воды обследованных рек относятся к гидрокарбонатному классу малой минерализации и нейтральному типу по водородному показателю рН. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии заметного антропогенного воздействия на рассматриваемые водотоки. Установлено, что фитопланктонное сообщество характеризуется высоким таксономическим разнообразием, зоопланктонное и зообентосное – низким. Выявлена различная динамика фитопланктона, зоопланктона и зообентоса по плотности, биомассе и таксономическому составу. Согласно рыбохозяйственной классификации, уровень развития зоопланктона в мезенских притоках позволяет отнести их к малокормным для рыб-планктофагов. По зообентосу р. Кыма может быть отнесена к категории водотоков выше средней кормности, р. Сула – средней кормности для рыб-бентофагов. Полученные данные по таксономическому составу и количественным показателям развития гидробионтов правобережных мезенских притоков являются отправной точкой для ведения экологического мониторинга состояния этих водных объектов.

Ключевые слова: правобережные притоки р. Мезень, среда обитания гидробионтов, качество речных вод, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, качественные и количественные характеристики, трофический статус рек

DOI: 10.31857/S0367059722060142

Известно, что в северных реках успех естественного воспроизводства ценных видов рыб зависит от ряда факторов. Поскольку икра рыб лососево-сигового комплекса имеет длительный инкубационный период, первостепенное значение имеют абиотические факторы (уровенный и температурный режимы, рН, содержание растворенных газов, биогенные элементы, поллютанты). Кормовая база рыб (фито-, зоопланктон и зообентос) является определяющим фактором успешности процесса естественного воспроизводства рыб при переходе выклюнувшихся личинок на внешнее питание. Наличие фитопланктона (являющегося кормом для зоопланктона) и мелких форм зоопланктона способствует успешности такого перехода, а питание зообентосом – быстрому их росту при переходе на активное питание на нерестово-выростных угодьях (НВУ).

Анализ имеющейся научной литературы показал, что в правобережных притоках р. Мезень – Кыма и Сула (рис. 1) – гидрохимических и гидробиологических исследований до настоящего времени не проводилось. Представлены лишь отдельные морфометрические характеристики этих водотоков, что и позволило выбрать их в качестве предмета исследования.

Цель настоящей работы – получение первичной информации о современном состоянии среды обитания, а также планктонных и бентосных сообществ этих семушье-нерестовых рек.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Гидрохимические и гидробиологические исследования проводили в сентябре 2021 г. на трех разрезах в верхнем, среднем и нижнем течениях правобережных притоков р. Мезень (см. рис. 1).

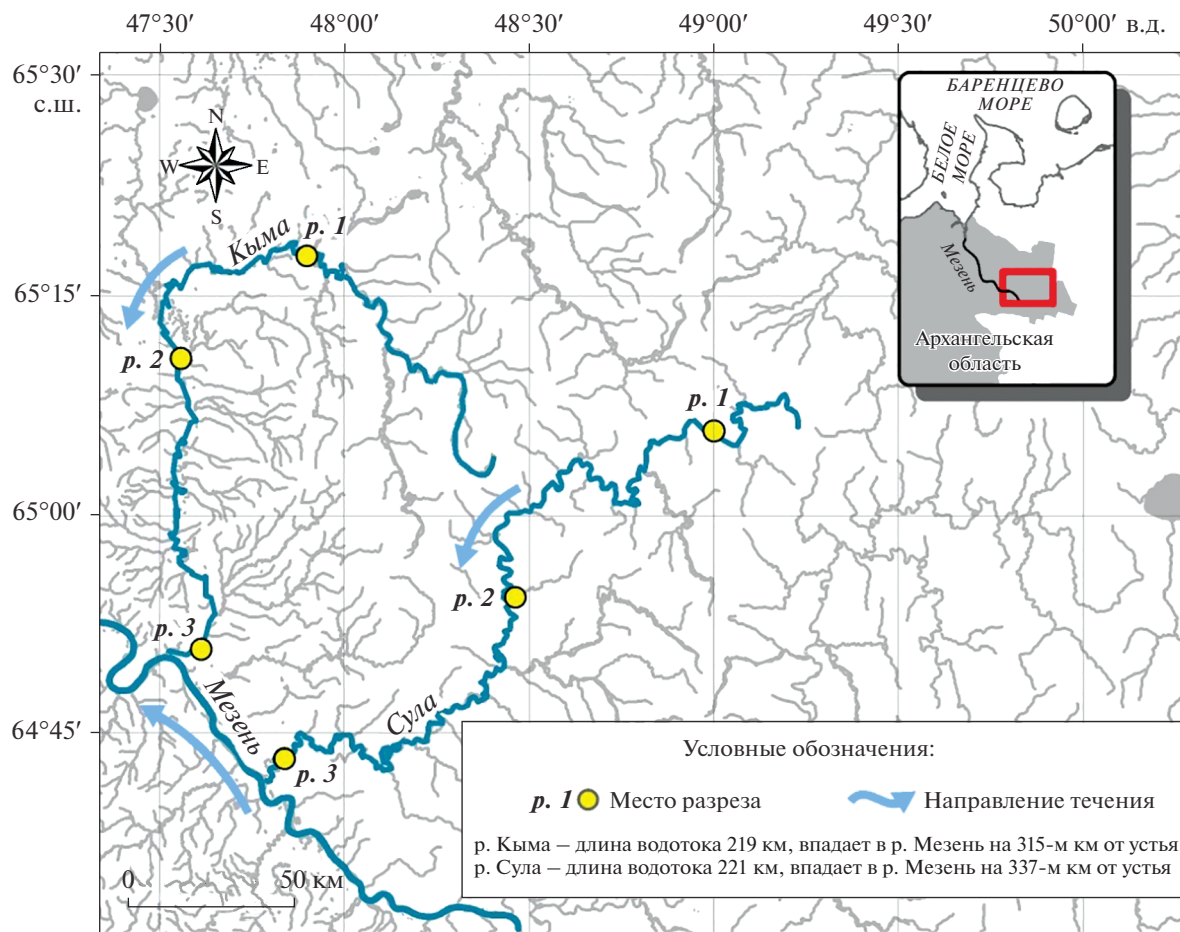


Рис. 1. Карта-схема правобережных мезенских притоков рек Кыма и Сула и места отбора проб.

При оценке условий среды обитания гидробионтов пробы воды отбирали с поверхностного горизонта пластиковым батометром Нискина согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 (1982) [1], пробы донных отложений — согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 (1980) [2] с использованием дночерпателя Петерсона с площадью захвата 0.25 м². Химические анализы были проведены в соответствии с общепринятыми в гидрохимической практике методами [3, 4]: определяли значения pH, минерализации, содержание растворенного кислорода, биогенных элементов, а также присутствие нефтяных углеводородов в воде и донных отложениях.

Отбор и обработку проб фитопланктона осуществляли согласно стандартным методам [5]. Численность (млн кл/м³) фитопланктона в единице объема воды рассчитывали стандартным методом [5]; расчет биомассы (г/м³) проводили с помощью таблиц размеров и весов (масс) фитопланктона [6]; видовую принадлежность организмов устанавливали с помощью определителей микроводорослей [7–15]. Пробы зоопланктона отбирали с поверхностного горизонта путем про-

цеживания 100 л воды через планктонную сеть с размером ячеек 0.072 мм и последующей их фиксации 4%-ным раствором формальдегида и обработкой в камеральных условиях. Сбор и обработку зоопланктонных проб проводили в соответствии с руководством [5]. Численность зоопланктона пересчитывали на 1 м³; биомассу вычисляли с использованием размерно-весовых зависимостей [16]; видовую принадлежность беспозвоночных устанавливали при помощи определителей зоопланктона [17, 18]. Пробы зообентоса отбирали с помощью дночерпателя системы Ван-Вина с площадью захвата 0.025 м². Собранные пробы грунта промывали через мельничный газ № 23. Отобранные организмы зообентоса фиксировали 4%-ным раствором формальдегида. Камеральную обработку собранного материала осуществляли в лаборатории в соответствии со стандартными методиками [5]. При определении донных животных использовали общепринятые идентификаторы [17, 19, 20]. Планктонные и бентосные сообщества характеризовали по видовому и таксономическому составу, числу видов, численности (*N*) и биомассе (*B*).

Таблица 1. Характеристика основных гидрологических и гидрохимических показателей на станциях отбора проб, р. Кыма, 04–07.09.2021 г.

Координаты, с.ш./в.д.	Показатели					
	грунт	H, м	T, °C		рН	O ₂ , мг/л
			воздух	вода		
Разрез 1 (101 км от устья)						
65.16.963/47.39.609	Ил–песок–мелкая галька–растительность	0.3	10.4	9.7	7.21	9.6
65.16.967/47.39.516	Крупный песок	0.2	10.4	9.7	7.22	10.4
Разрез 2 (59 км от устья)						
65.06.495/47.36.069	Песок	0.1	5.8	8.3	7.28	10.3
65.06.540/47.35.868	Крупный песок	0.2	5.8	8.3	7.42	11.6
Разрез 3 (0.5 км от устья)						
64.50.628/47.31.843	Крупный песок	0.2	6.3	8.8	7.31	11.2
64.50.568/47.31.819	Крупный песок	0.3	6.3	8.7	7.42	11.3

Таблица 2. Характеристика основных гидрологических и гидрохимических показателей на станциях отбора проб, р. Сула, 10–13.09.2021 г.

Координаты, с.ш./в.д.	Показатели					
	грунт	H, м	T, °C		рН	O ₂ , мг/л
			воздух	вода		
Разрез 1 (154 км от устья)						
65.02.645/48.41.277	–	–	3.6	6.8	7.31	12.2
65.02.637/48.41.313	Ил–песок	0.4	3.5	6.8	7.20	11.2
Разрез 2 (82 км от устья – впадение р. Омза)						
64.49.390/48.25.462	Галька–глина	0.3	1.0	6.3	7.14	11.7
64.49.396/48.25.531	Галька–ил–песок	0.2	1.6	5.5	7.26	11.7
Разрез 3 (3 км от устья)						
64.42.634/47.48.993	Галька–песок	0.2	6.5	6.6	7.32	12.7
64.42.527/47.48.521	–	–	6.6	6.6	7.43	11.3

Статистическую обработку результатов (средняя арифметическая, ошибка средней арифметической) выполняли в программном продукте по обработке аналитической информации SPSS Statistics.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среда обитания гидробионтов. Согласно полученным данным, природная вода рек имеет нейтральную реакцию и относится к водам с малой минерализацией. Кислород в речных водах обследованных водотоков находится на удовлетворительном уровне. В соответствии с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения содержание растворенного кислорода и биогенных элементов не превышено – нормативы соблюдаются во всех проанализированных пробах.

Характеристика основных гидрологических и гидрохимических показателей на станциях отбора проб приведена в табл. 1–3.

Загрязнение нефтепродуктами воды и донных отложений. По полученным нами данным, содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах исследуемых водотоков варьировало в диапазоне от 0.010 до 0.025 мг/л (см. табл. 3). В обеих реках распределение НУ по профилю имело схожую картину, согласно которой их концентрации увеличивались к устью реки. При уровне установленного ПДК 0.05 мг/л [21] превышений в период наблюдений не отмечено. Донные отложения в р. Кыма представлены в основном в виде крупнозернистого песка, илистого песка и гальки (см. табл. 1). Содержание НУ в грунтах изменялось незначительно – от 2.05 до 3.60 мг/кг (см. табл. 3).

Таблица 3. Химический состав и гидрологические характеристики вод и донных отложений рек Кыма и Сула, осенний период 2021 г.

Показатели	Река Кыма		Река Сула		ПДК
	диапазон	$M \pm m$	диапазон	$M \pm m$	
pH	7.21–7.42	7.21 ± 0.03	7.14–7.43	7.28 ± 0.04	–
O ₂ , мг/л	9.6–11.6	10.73 ± 0.31	11.2–12.7	11.82 ± 0.22	6.0
Общая минерализация, мг/л	55.3–76.1	64.52 ± 3.43	39.8–54.0	46.87 ± 2.38	–
HУ, мг/л (вода)	0.010–0.021	0.015 ± 0.002	0.010–0.025	0.015 ± 0.003	0.05
HУ, мг/кг (донные отложения)	2.05–3.6	2.71 ± 0.26	2.4–4.6	3.4 ± 0.47	до 100
Si, мг/дм ³	889–1126	991.1 ± 38.1	757–1534	1050.7 ± 119.9	10000
PO ₄ ⁻ , мкг P/л	24.73–43.36	30.13 ± 2.79	26.47–44.90	35.68 ± 3.11	50
NH ₄ ⁺ , мкг N/л	4.87–8.56	6.10 ± 0.57	4.16–6.07	4.98 ± 0.33	500
NO ₃ ⁻ , мкг N/л	200–221	215.3 ± 3.18	177–218	195.5 ± 6.2	40000
NO ₂ ⁻ , мкг N/л	3.45–4.84	4.19 ± 0.22	2.55–3.75	3.27 ± 0.21	20

Максимальное их содержание было зафиксировано в нижнем течении реки на станции правого берега, где донные отложения представлены в виде крупнозернистого песка. Донные отложения в р. Сула представлены в основном в виде песка, глины и гальки. Пробы грунта удалось отобрать лишь на 4 станциях из-за сильного течения реки. Содержание HУ в грунтах изменялось незначительно и было выше, чем в р. Кыма, – от 2.4 до 4.6 мг/кг. Максимальное содержание нефтепродуктов наблюдалось в среднем течении реки на станции правого берега, где грунт представлен в виде глины.

Следует отметить, что российскими нормативными документами содержание HУ в донных отложениях не регламентируется. Согласно литературным источникам [21, 22], сублетальные и пороговые эффекты для гидробионтов по HУ проявляются при их концентрации в воде от 1 мкг/л, в донных отложениях – от 10 до 100 мкг/г. Иными словами, содержание HУ в донных отложениях также не превышает допустимых нормативов.

Фитопланктон. В период проведения кадастровой съемки водотоков в общей сложности был обнаружен 61 вид фитопланктона, относящиеся к пяти отделам микроводорослей: диатомовые (*Bacillariophyta*), зеленые (*Chlorophyta*), эвгленовые (*Euglenophyta*), цианопрокариоты (*Cyanoprokaryota*), золотистые (*Chrysophyta*). В водах обеих рек встречаются 32 вида микроводорослей.

Альгофлора р. Кыма характеризуется как “диатомо-зеленово-синезеленая”: наиболее представительными видами являлись диатомовые водоросли – 66.7% от общего количества. Значительное число видов отмечено среди зеленых микроводорослей – 22.2% от общего количества. На всех станциях насчитывалось от 27 до 47 ви-

дов. Видовой состав фитопланктона р. Сула позволяет охарактеризовать альгофлору как “диатомо-зеленую”. По количеству видов наиболее полно представлены диатомовые водоросли, доля которых составляет 87.5% (рис. 2).

В р. Кыма численность фитопланктона изменялась от 8.2 в среднем течении до 29.8 млн кл/м³ в устьевой части реки, составляя в среднем 16.2 млн кл/м³. Низкие значения биомассы фитопланктона также отмечены в среднем течении реки – 0.02 г/м³ и увеличивались до 0.08 г/м³ в устье реки. В среднем по всей реке показатель биомассы составил 0.05 г/м³. В р. Сула количественные показатели фитопланктона изменялись незначительно. Численность и биомасса в верхнем и среднем течениях реки были одинаковы (около 18 млн кл/м³ и 0.06 г/м³ соответственно) и снижались в устье реки (14.1 млн кл/м³ и 0.04 г/м³ соответственно). В среднем по реке численность фитопланктона составила 16.5 млн кл/м³, биомасса – 0.05 г/м³. Суммарная биомасса фитопланктона р. Сула образована главным образом из диатомовых (87.5%) и зеленых (12.1%) микроводорослей (см. рис. 2).

В сравнительном аспекте реки Кыма и Сула различаются по распределению таксономического соотношения в формировании суммарной численности и биомассы фитопланктона. В целом для р. Кыма вклад диатомовых в суммарную численность составил 78.2%, цианопрокариот – 16.1% (за счет колониальной микроводоросли *Gloeocapsa* sp. и нитчатой *Anabaena* sp.). Вклад диатомовых в суммарную биомассу в целом составил 93.1%. В р. Сула вклад диатомовых микроводорослей в суммарную численность фитопланктона составил 94.2%. Количество видов фитопланктона

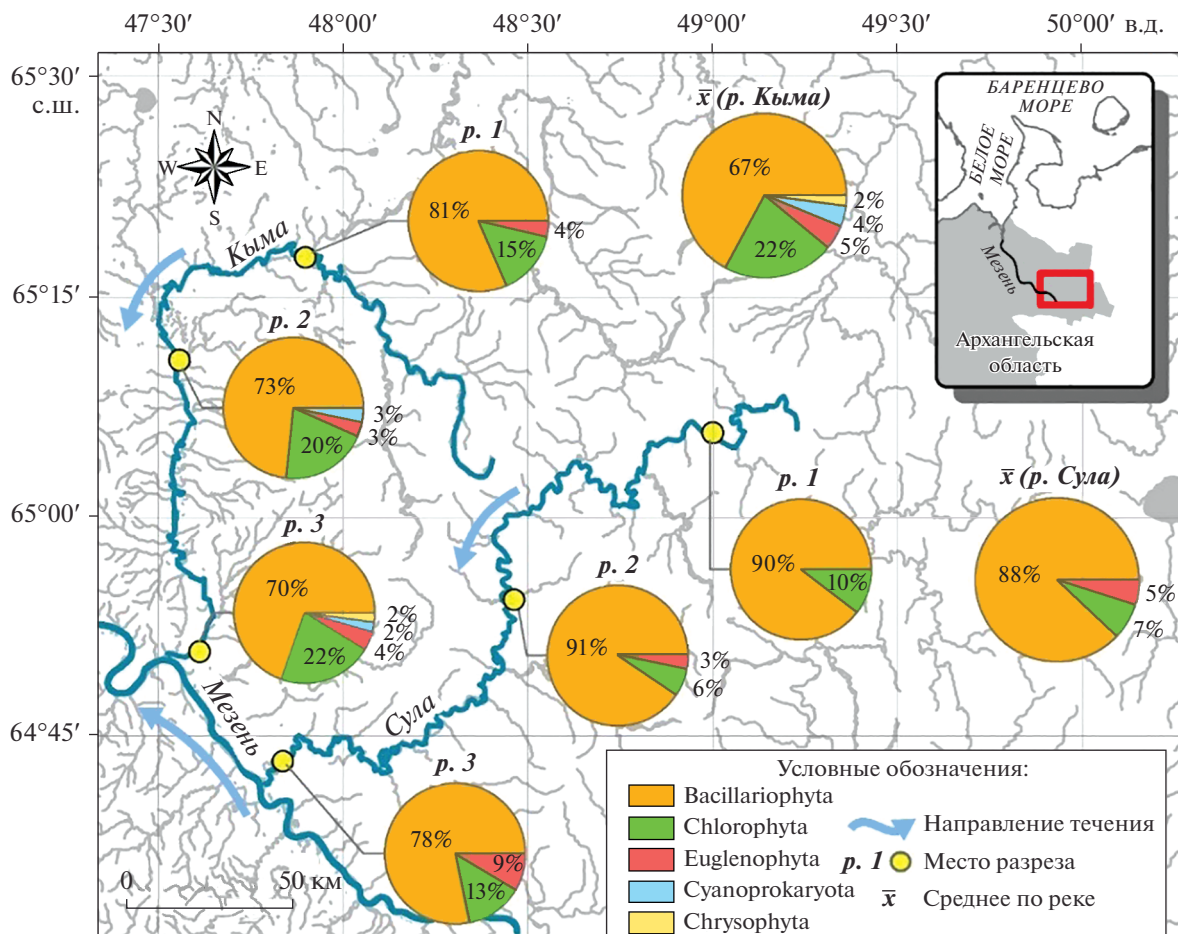


Рис. 2. Таксономический состав фитопланктона в реках Кыма и Сула в осенний период 2021 г.

увеличивалось по направлению к среднему течению реки и снижалось в устьевой части.

Исследуемые реки схожи по средним количественным показателям фитопланктона (средняя численность – 16,2–16,5 млн кл/м³, средняя биомасса – 0,05 г/м³), но различаются характером их распределения по ходу течения реки. В р. Кыма численность и биомасса фитопланктона имеют низкие значения в верхнем течении, снижаются до минимума в среднем и возрастают до максимума в устьевой части реки. Также в устьевой части отмечается максимально высокое количество видов фитопланктона (47 видов) по сравнению с верхним и средним течениями. В р. Сула численность и биомасса фитопланктона имели одинаково низкие значения в верхнем, среднем течениях и в устьевой части реки (рис. 3).

Зоопланктон рек Кыма и Сула был представлен двумя крупными таксономическими группами – ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. Коловратки в видовом составе зоопланктона не обнаружены. Это, видимо, связано с отбором проб в осенний период, поскольку коловратки

достигают своего максимального развития в период весеннего половодья. Зоопланктон рек отличался крайне бедным видовым составом. Всего было идентифицировано 7 видов, среди которых 85,7% видов относятся к семейству Chydoridae надотряда Cladocera, при этом наибольшее видовое богатство отмечено в р. Кыма (рис. 4).

В обследованных водотоках наблюдается преобладание мейобентосных форм зоопланктона (42,9%). Индикаторные виды составляли 100% от общего числа и являлись показателями олигосапробной и переходных α - β -, β - α -мезосапробных зон. При использовании предложенного А.В. Крыловым [23] деления гидробионтов на основании объединенных трофических и топических классификаций выяснилось, что в зоопланктоне рек Кыма и Сула преобладают организмы, слагающие сообщества, которые добывают пищу с поверхности субстрата. По способу питания и перемещению в пространстве доминировали ползающие и плавающие вторичные фильтраторы, представленные преимущественно видами *Chy-*

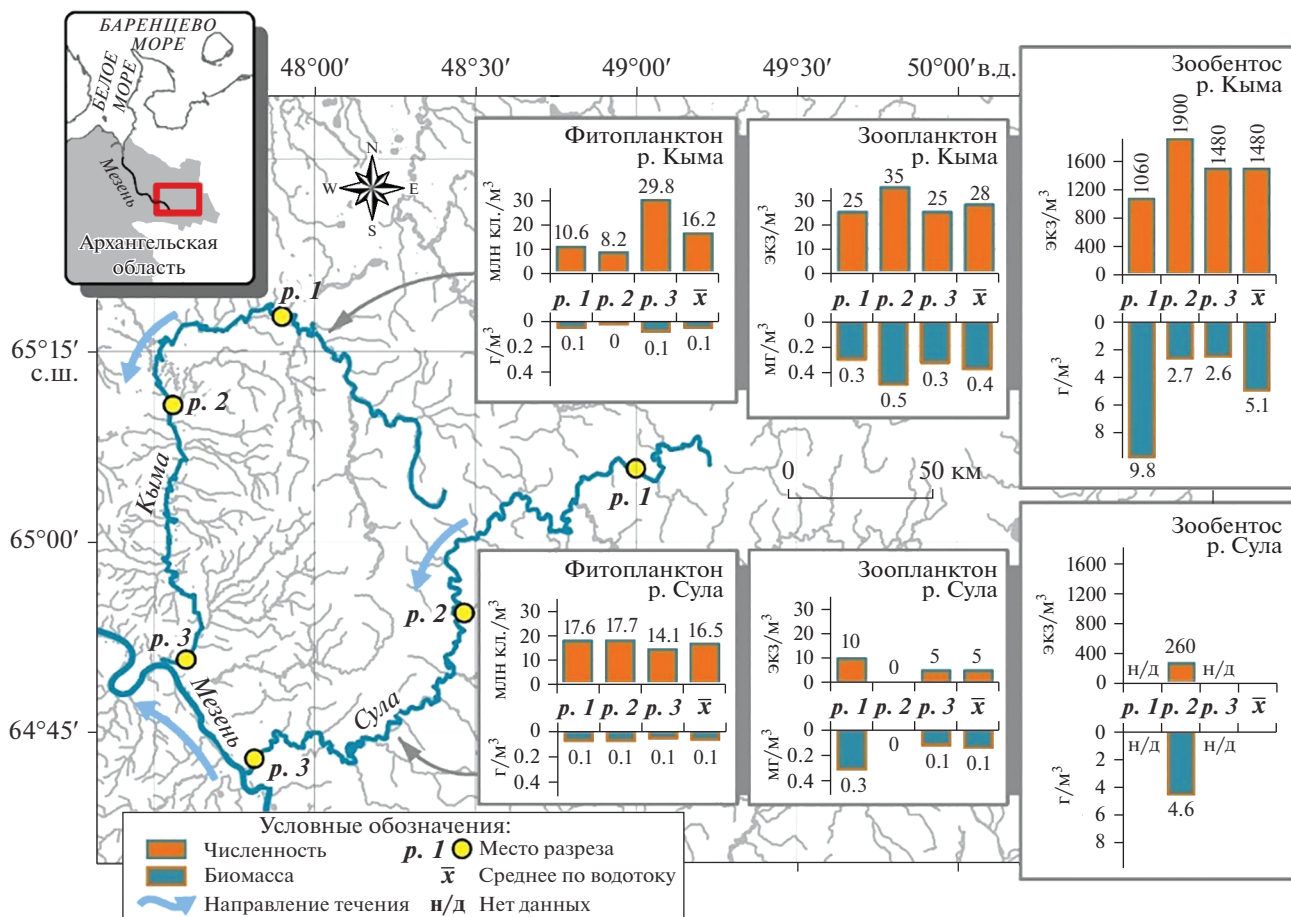


Рис. 3. Количественные показатели развития фитопланктона, зоопланктона и зообентоса в реках Кыма и Сула в осенний период 2021 г.

dorus sphaericus, *Pleuroxus uncinatus* в р. Кыма и *Acroporus harpae*, *Alona quadrangularis* в р. Сула.

Более детальный сравнительный анализ таксономического состава зоопланктона показал, что на всем протяжении обеих рек в пробах преобладали ветвистоусые ракообразные: в р. Кыма – 75.0%, в р. Сула – 67.0% от всех отмеченных зоопланктонов. На долю веслоногих ракообразных приходилось соответственно 25.0 и 33.0%. В то же время в пространственном аспекте (по профилю водотоков) ситуация на сравниваемых реках несколько различалась. В верхнем течении р. Кыма ветвистоусые составляли три четверти видового состава, в среднем течении чуть меньше – две третьих; в верхнем течении р. Сула количество ветвистоусых и веслоногих ракообразных было одинаковым (по 50.0%), в среднем течении пробы оказались пустыми. В нижнем течении обеих рек зоопланктонные пробы полностью состояли из ветвистоусых ракообразных. Выявлена еще одна закономерность при сравнении соотношения таксономических групп – при продвижении с верхнего течения притоков до их устьевых частей

происходит увеличение доли ветвистоусых до полного исчезновения веслоногих ракообразных (см. рис. 4).

В целом в осенний период зоопланктон в обеих реках характеризовался крайне слабым развитием. В р. Кыма средние численность и биомасса составляли соответственно 28 экз/м³ и 0.385 мг/м³, а в р. Сула они были меньше в 2–5 раз – 5 экз/м³ и 0.145 мг/м³. При сравнении количественных показателей по профилю рек в одном и другом водотоках наибольшие изменения отмечены в их среднем течении. Если в р. Кыма здесь отмечены максимальные значения численности и биомассы (35 экз/м³ и 0.511 мг/м³), то в р. Сула пробы были пустыми (см. рис. 3). Согласно рыбохозяйственной классификации, уровень развития зоопланктона в притоках позволяет отнести их к малокормным для рыб-планктофагов [25].

Зообентос. По результатам анализа дночерпательных проб было обнаружено 13 таксонов донных беспозвоночных. Таксономическое разнообразие р. Кыма варьировало от 2 до 8 (в среднем 4) таксонов на пробу. По частоте встречаемости в

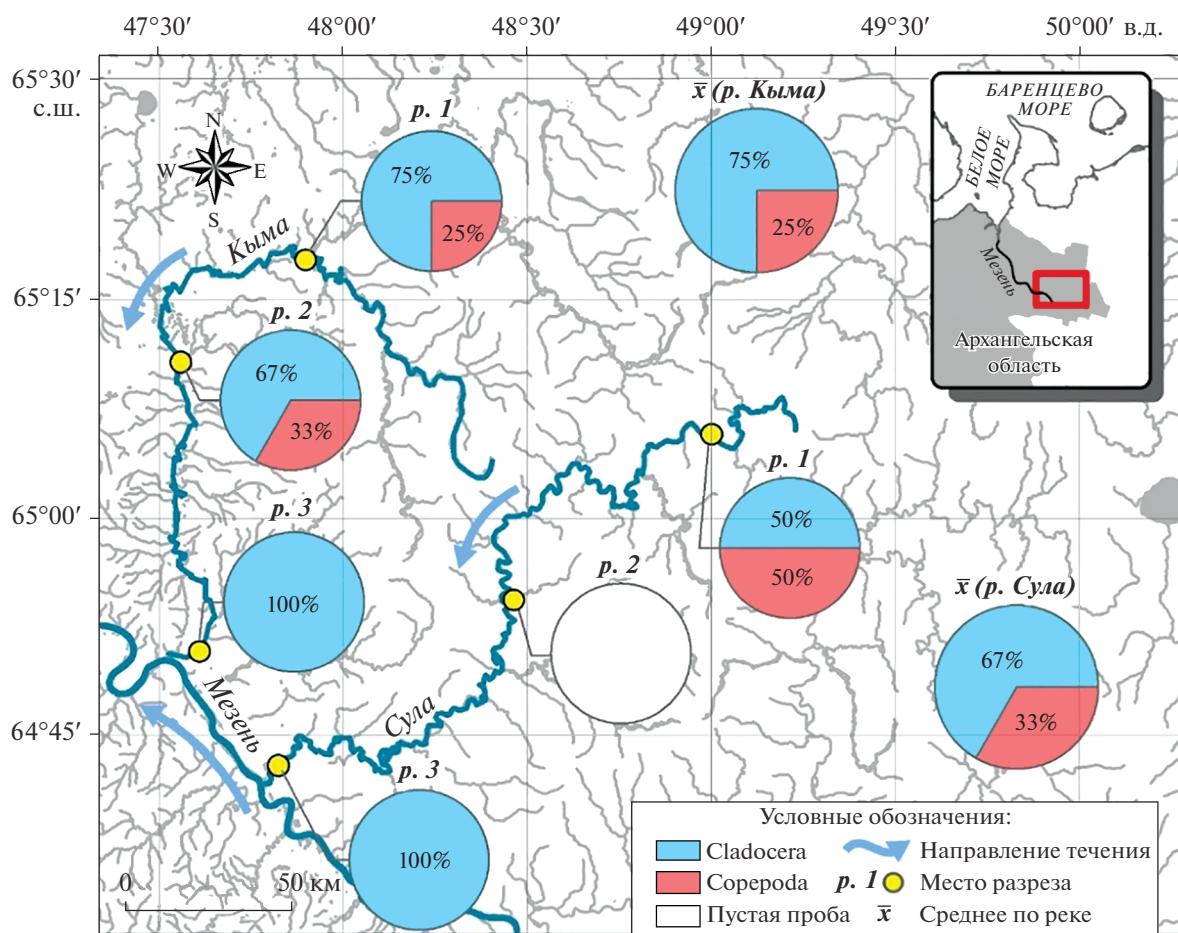


Рис. 4. Таксономический состав зоопланктона в реках Кыма и Сула в осенний период 2021 г.

целом по водотoku (83.0%) доминировали двукрылые (отр. Diptera) и малощетинковые черви (кл. Oligochaeta). Встречаемость остальных таксономических групп (отряды Plecoptera и Trichoptera, классы Gastropoda и Bivalvia) составляла по 33.0% каждая. По частоте встречаемости в конкретных точках отбора зообентоса доминировали олигохеты Enchytraeidae gen. sp. и двукрылые Chironomidae gen. sp. (lv) (на 67.0% станций). К второстепенным видам (с частотой встречаемости в пробах от 25.0 до 50.0%) можно отнести олигохет *Haplotaxis gordioides*, двукрылых Tipulidae gen. sp. (lv), Ceratorogonidae gen. sp. (lv), веснянок Nematoura sp. (lv), ручейников Sericostomatidae gen. sp. (lv), брюхоногих моллюсков рода *Anisus*, двустворчатых моллюсков рода *Pisidium*; к случайным (с частотой встречаемости менее 25.0%) – 4 вида/надвидовых таксонов. В среднем течении р. Сула обнаружено 4 таксона зообентоса. Необходимо отметить, что такой анализ дает лишь общее представление о встречаемости отдельных таксонов/видов непосредственно в местах отбора дночерпательных проб и не отражает реальную встречаемость видов в целом по исследуемым во-

дотокам (в связи с высокой мозаичностью бентосных сообществ).

По видовому составу и таксономическому разнообразию зообентос обследованных рек оказался в целом сходным – в обеих доминантной группой выступили водные личинки двукрылых (Diptera), составившие в р. Кыма более трети (39.0%) от всех донных обитателей, в р. Сула – более половины (58.0%), субдоминантной – олигохеты: 29.0% в р. Кыма и 25.0% в р. Сула. Примерно одинаковое количество составляли брюхоногие моллюски (Gastropoda) – соответственно 11.0 и 17.0%. В то же время сравнительный анализ выявил большее таксономическое разнообразие зообентоса в р. Кыма по сравнению с р. Сула – в ее пробах дополнительно присутствовали веснянки Plecoptera (8.0%) и ручейники Trichoptera (5.0%) (рис. 5).

По профилю р. Кыма удалось проследить изменение видового состава и таксономического разнообразия зообентоса. На ее верхнем участке доминировали олигохеты, составлявшие 38.0% от всего состава бентоса. В качестве субдоминантной

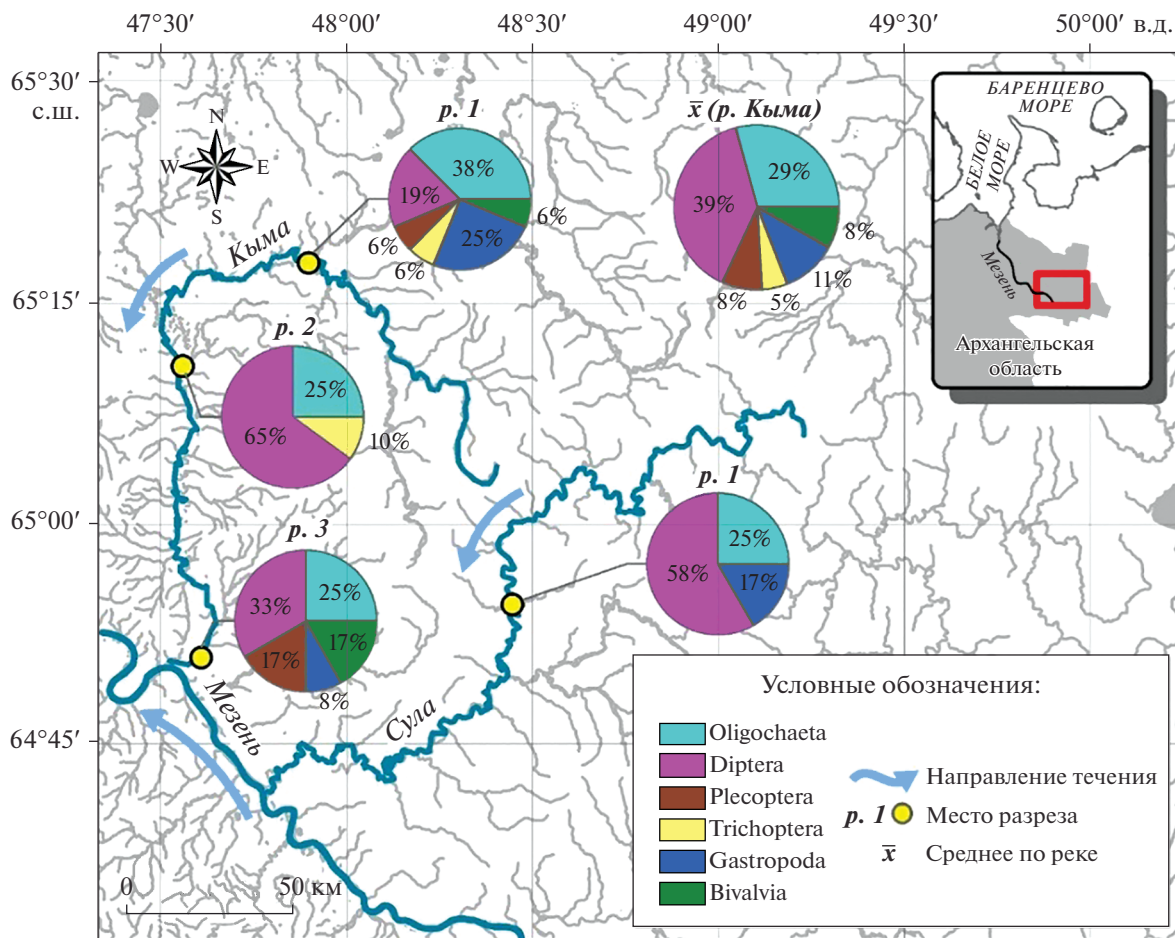


Рис. 5. Таксономический состав зообентоса в реках Кыма и Сула в осенний период 2021 г.

группы в пробах присутствовали брюхоногие моллюски (25.0%) и лишь немного им уступали личинки двукрылых (19.0%). В значительно меньшем (по 6.0%) количестве были отмечены личинки веснянок, ручейников и двустворчатые моллюски *Bivalvia*. В среднем течении реки количество таксонов сузилось до 3: с возрастанием доли двукрылых до 65.0%, ручейников до 10.0% и снижением доли олигохет до 25.0%. В устьевой части р. Кыма количество таксонов вновь возросло до 5, при этом в численном выражении количество двукрылых снизилось по сравнению с предыдущим разрезом до 33.0%, а олигохет осталось без изменений (25.0%). Вновь появились в равном количестве (по 17.0%) личинки веснянок и двустворчатые моллюски и в меньшем количестве (8.0%) – брюхоногие моллюски (см. рис. 5).

Средние значения численности и биомассы макрозообентоса р. Кыма составляли 1480 экз/м² и 2.06 г/м². Наибольшими показателями характеризовалось среднее течение реки, где преобладали личинки хирономид. Значения биомассы донных сообществ уменьшались от верхнего течения

к нижнему, варьируя в узком диапазоне – от 2.6 до 9.87 экз/м². Для р. Сула средние значения численности и биомассы составили 260 экз/м² и 4.58 г/м² соответственно (см. рис. 3).

Если сравнивать имеющиеся данные по среднему течению двух притоков, то при более низкой численности зообентоса в р. Сула по сравнению с р. Кыма значения биомассы примерно в 1.5 раза выше. В целом на исследуемой акватории р. Кыма по численности доминировали (64.0%) хирономиды, вторыми были олигохеты (19.5%). Довольно существенный вклад в создание общей численности организмов внесли двукрылые (кроме хирономид и типулид) (6.5%), типулиды (3.0%). Доля остального зообентоса была незначительна и в сумме не превышала 7.0%.

Если рассматривать вклад отдельных таксонов в общую биомассу, то полученные данные демонстрируют доминирование личинок двукрылых. При этом доля типулид в создании общей биомассы составила 30.0%, хирономид – 18.0%, остальных двукрылых – 10.0%. Олигохеты составили 20.0% от общей биомассы, брюхоногие моллюски – 14.0%,

ручейники — 4.5%, а двусторчатые моллюски — 2.5%. Вклад в общую биомассу веснянок был невелик — около 1.0%. По количественным показателям зообентоса р. Кыма может быть отнесена к категории водотоков выше средней кормности, р. Сула — средней кормности для рыб-бентофагов [24].

Данные по разрезам рек при одинаковых глубинах в р. Кыма несколько отличаются. Скорее всего, это объясняется высокой микромозаичной изменчивостью донных сообществ, неоднородностью распределения грунтов, разными гидрологическими условиями (гидродинамика течений, температурный режим, разная кислородонасыщаемость и др.). Полученные данные по донным сообществам двух исследуемых рек говорят о существовании разных биотопов, которые соседствуют друг с другом, что в целом характерно для таких рек, как Кыма и Сула.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что содержание растворенного кислорода и биогенных элементов, концентрации нефтяных углеводородов в воде и донных отложениях рек Кыма и Сула в осенний период наблюдений не превышали предельно допустимых значений для рыбохозяйственных водоемов, что свидетельствует об отсутствии заметного антропогенного влияния на эти водотоки.

Фитопланктон представлен 61 надвидовым и видовым таксоном, среди которых преобладают диатомовые водоросли (70.5%). Фитоценозы исследованных рек характеризуются высоким видовым и таксономическим разнообразием, отсутствием доминантных видов и низкими количественными показателями, что обусловлено исчезновением летних форм фитопланктона, снижением прогрева водных масс, снижением количества биогенных элементов в воде и соответствует осеннему состоянию фитоценоза. Зоопланктон представлен малым числом видов и характеризуется слабым количественным развитием. Основной фон зоопланктона рек как по качественному, так и количественному составу — кладоцерный, с преобладанием в трофической структуре организмов, добывающих пищу с поверхности субстрата при помощи фильтрации. Наиболее продуктивной по качественным и количественным показателям зоопланктона является р. Кыма, что позволяет отнести ее к районам с наиболее благоприятной кормовой базой для откорма молоди рыб независимо от их дальнейшей трофической специализации. Согласно рыбохозяйственной классификации, уровень развития зоопланктона в исследованных реках позволяет отнести их к малокормным по зоопланктону водным объектам. Список зообентоса в целом свидетельствует о его достаточно бедном видовом составе с доминированием по численности хирономид и олигохет. В

соответствии с рыбохозяйственной классификацией р. Кыма может быть отнесена к категории водотоков выше средней кормности для рыб-бентофагов, р. Сула в среднем течении — к водотокам средней кормности.

По результатам экспедиционных исследований подготовлена электронная база данных, которую планируется ежегодно дополнять. Полученные материалы позволяют количественно оценить межгодовую изменчивость гидролого-гидрохимических и гидробиологических характеристик в направлении от истока к устью рек, а также уточнить взаимосвязи и закономерности их распределения.

Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме “Изучение изменений в экосистеме р. Северная Двина и в водоемах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Европейского Северо-Востока России в условиях климатических сукцессий и воздействия антропогенных факторов” (гос. № 122011800593-4), а также при финансовой поддержке WWF по теме “Комплексное исследование условий естественного воспроизводства ценных осенне-нерестующих видов рыб в р. Сула и р. Кыма Лешуконского района Архангельской области”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.1.3.07–82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков / ГОСТ от 19 марта 1982 г. № 17.1.3.07-82.
2. ГОСТ 17.1.5.01–80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 7 с.
3. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / Сапожников В.В. и др. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.
4. *MacFeeters S.K.* The use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water feature // *Internat. J. of Remote Sensing*. 1996. V. 17. № 7. P. 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
5. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. Абакумова В.А. СПб., 1992. 318 с.
6. *Михеева Т.М.* Альгофлора Беларуси: таксономический каталог. Минск, 1999. С. 304–343.
7. Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядки Centrales и Mediales. Л., 1949. 446 с.
8. Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales. Л., 1950. 630 с.
9. *Еленкин А.А.* Синезеленые водоросли СССР. Л., 1938. 984 с.

10. *Комаренко Л.Е., Васильева И.И.* Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии. М., 1978. 284 с.
11. *Паламарь-Мордовинцева Г.М.* Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11(2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2). Л., 1982. 620 с.
12. *Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И.* Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. М., 1953. 653 с.
13. *Матвиенко А.М.* Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли. М., 1954. 188 с.
14. *Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М.М.* Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5. Желтозеленые водоросли. Л., 1962. 272 с.
15. *Попова Т.Г.* Флора споровых растений СССР. Т. 3. Эвгленовые водоросли. Л., 1966. 412 с.
16. *Кононова О.Н.* Методическое руководство по определению размерно-весовых характеристик организмов зоопланктона Европейского Севера России. Сыктывкар, 2018. 152 с.
17. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / Под ред. Кутикова Л.А., Старобогатова Я.И. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
18. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. Алексеева В.Р., Цалолихина С.Я. М.; СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
19. *Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С.* Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 4-е изд., испр. и доп. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2011. 2019 с.
20. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / Под ред. Алексеева В.Р., Цалолихина С.Я. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2016. 457 с.
21. *Московченко Д.В.* Нефтедобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1998. 112 с.
22. *Никаноров А.М., Иванов В.В., Брызгалов В.А.* Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. Ростов-на-Дону: НОК, 2007. 280 с.
23. *Крылов А.В.* Зоопланктон равнинных малых рек / Отв. ред. Комов В.Т. М.: Наука, 2005. 263 с.
24. *Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И.* и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1968. Т. 67. С. 205–225.