

УДК [574.583:57.043]

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2014 ГОДУ

© 2016 г. К. А. Кузьмина, И. А. Кузьмина, М. В. Медянкина

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 107140

E-mail: kris_tea_na@mail.ru

Поступила в редакцию 10.08.2015 г.

В статье дана оценка качественного и количественного состава зоопланктона на основе гидробиологических исследований, проведенных в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища в 2014 г. Зоопланктон представлен коловратками, веслоногими и ветвистоусыми рачками. В весенний период по плотности и биомассе преобладают веслоногие; в летний – ветвистоусые; в осенний период по плотности преобладают ветвистоусые, а по биомассе – веслоногие. По данным сапробиологического анализа, на протяжении всего периода исследований Волжский плес Куйбышевского водохранилища можно отнести к группе β -мезосапробных водоемов.

Ключевые слова: Куйбышевское водохранилище, Волжский плес, зоопланктон, водные биоресурсы, кормовая база, гидробионты.

ВВЕДЕНИЕ

Планктонные фильтраторы играют существенную роль в процессах самоочищения водоемов. Коловратки, ветвистоусые и каланоиды в годы их высокой плотности способны профильтровать объем Куйбышевского водохранилища за 4 сут., в годы с низкой плотностью – за 9–10 сут., а по средним многолетним данным – за 7–8 сут. (Монаков, 1983).

Одним из основных видов хозяйственной деятельности в акватории Куйбышевского водохранилища являются гидротехнические работы – добыча нерудных строительных материалов (НСМ) и дноуглубление судовых путей. В результате проведения гидротехнических работ в толщу воды выбрасывается большое количество взвеси, которая затем выпадает в осадок. Кроме того, при извлечении грунта земснарядом вместе с пульпой могут засасываться и погибать гидробионты. В зоопланктоне водохранилища всегда происходит сокра-

щение числа видов всех таксономических групп – до 45–60% от исходного состава. На участках с максимальными концентрациями грунтовой взвеси обилие (плотность, биомасса, продукция) зоопланктона в целом снижается не менее чем в 3–5 раз по сравнению с фоновыми показателями. В опытах на *Daphnia magna* отмечалось достоверное отрицательное влияние мелкой фракции глинистой взвеси при концентрации 80 мг/л, выражающееся в задержке полового созревания некоторых самок на 2–3 сут. При наличии в воде более крупных кварцевых частиц подобная картина наблюдалась при их концентрации 320 мг/л. Для *Cladocera* и *Sorocera* критическими были концентрации 300–500 мг/л (Русанов и др., 1990). Повышение содержания взвешенных веществ во время дражных разработок до 1,5 г/л приводит к снижению плотности зоопланктона, который восстанавливается только в 50–70 км от разработок (Кокуричева и др., 1981).

По этой причине основной целью исследования являлась оценка состояния зоопланктона на участках добычи НСМ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2014 г. в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища исследования проводили на трех участках добычи НСМ.

Месторождение «Краснозаринское» состоит из двух блоков — С1-I и С1-II, имеющих треугольную форму. Общая площадь участка 0,60 км². Расположено оно вблизи г. Волжск (1266,5–1268,0 км левого берега реки Волга). Ширина реки в районе месторождения «Краснозаринское» 2720 м, глубина — 1,0–12,0 м. Грунт песчаный, местами илистый. Глубина в местах непосредственной добычи песка от 4 до 12 м.

Месторождение «Свияжские острова» расположено в правой части русла р. Волга, в интервале судового хода 1283,9–1285,9 км (Атлас..., 2006) в Верхнеуслонском муниципальном районе Республики Татарстан. Простирается узкой полосой вдоль острова Большой. Ширина 160–258 м, длина — 3552 м. Напротив месторождения, на левом берегу реки Волга, находится поселок городского типа Васильево. Средняя ширина участка водоема в районе месторождения строительного песка «Свияжские острова» от ПГТ Васильево до о-ва Большой — 8–9 км. Глубина на участке месторождения — около 4–22,7 м. Грунт песчаный, местами встречаются заиленные пески. Месторождение начали разрабатывать осенью 2013 г. Песок месторождения мелкий и очень мелкий. На мелководьях залитой поймы имеются места нереста и нагула промысловых видов рыб. На расстоянии примерно 5 км от описываемого участка находится нерестилище фитофильных видов рыб — Свияжский залив. Согласно Постановлению кабинета министров Республики Татарстан от 14.01.2005 г. Свияжский залив входит в состав Государственного природного заказника регионального значения комплексного профиля.

Месторождение «Бахчи-Сарай» расположено в Верхнеуслонском муниципальном

районе республики Татарстан, в интервалах 1322,0–1323,2 и 1325,0–1328,0 км судового хода. Состоит из двух блоков — С1-I и С1-II. Блок С1-I простирается узкой полосой вдоль поселка Ключищи, ширина полосы 271 м, длина — 2161 м; блок С1-II расположен вдоль поселка Матюшино и имеет ширину 401 м, а длину — 5267 м. Средняя ширина Волги в районе месторождения «Бахчи-Сарай» 5581 м, глубина на участке — 1,5–20,2 м. Грунт песчаный, местами встречаются заиленные пески и глины. Глубина на участках непосредственной добычи песка от 4 до 16 м. Блок С1-I располагается на двух рыбопромысловых участках — Верхнеуслонском и Шеланговском; блок С1-II — на Шеланговском участке.

В 2014 г. исследования проводили весной (май), летом (июль) и осенью (сентябрь).

Положение станций определяли согласно гидрологическим особенностям участка и закладывали как в границах самих месторождений, так и в 500 м от них выше и ниже по течению, в качестве фоновых. Сетка станций на месторождениях представляет из себя 3–4 разреза от берега вглубь водохранилища с промежуточными точками между ними.

Станции намечали с использованием программного комплекса ArcGIS и GPS-навигатора Garmin, глубины на станциях измеряли с помощью эхолота, установленного на борту судна.

Пробы зоопланктона отбирали протягиванием сети Джели (диаметр входного отверстия 12 см, газ № 44) от дна до поверхности. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина. Подсчет и измерение организмов проводили под бинокулярным микроскопом МБС-1 в камере Богорова. При определении зоопланктона использовали следующие определители: Rotatoria — Кутикова, 1970; Cladocera — Мануйлова, 1964; Copepoda — Рылов, 1948. Кроме этого использовали и другие материалы (Определитель..., 1994; Чертопруд М., Чертопруд Е., 2010).

Во все сезоны 2014 г. работа была выполнена с борта водолазного судна «Ярославец».

РЕЗУЛЬТАТЫ

В весенний период исследований, в мае 2014 г., средняя температура воды Волжского плеса составляла 14,0°C, в летний (июль) — 21,0°C, а в осенний (сентябрь) — 19,4°C.

В составе зоопланктона весной обнаружено: Rotatoria — 3, Cladocera — 9,

Copepoda — 7, всего 19 видов; в летний период: Rotatoria — 5, Cladocera — 14, Copepoda — 7, всего 26 видов; в осенний период: Rotatoria — 5, Cladocera — 5 и Copepoda — 4, всего 14 видов. Видовой состав зоопланктона Волжского плеса представлен в табл. 1.

В весенний период по плотности и биомассе преобладают веслоногие; в лет-

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, зафиксированный в исследованиях 2014 г.

Группа	Вид	Весна	Лето	Осень
Rotatoria	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+	+
	<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)	+	+	+
	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	+
	<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)		+	+
	<i>Synchaeta</i> sp.		+	+
Copepoda	<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	+	
	<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+
	<i>C. vicinus</i> (Uljanine, 1875)	+	+	+
	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	+	+
	<i>Eurytemora velox</i> (Lilljeborg, 1853)		+	+
	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	
	Науплии	+	+	+
	<i>Nitocrella hibernica</i> (Brady, 1880)	+		
Cladocera	<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	+	+	+
	<i>Bythotrepes longimanus</i> Leydig, 1860		+	
	<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1776)	+	+	+
	<i>Daphnia longispina</i> (Müller, 1785)	+	+	+
	<i>D. cristata</i> (Sars, 1862)		+	
	<i>D. cucullata</i> (Sars, 1862)	+	+	
	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Levin, 1848)		+	
	<i>Eurycercus lamellatus</i> (Müller, 1776)	+	+	
	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	+	
	<i>Limnosida frontosa</i> (Sars, 1862)	+	+	
	<i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)		+	
	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)		+	
	<i>Sida crystallina</i> (Müller, 1776)		+	
	<i>Ceriodaphnia megalops</i> (Sars, 1862)	+	+	+
<i>Alona quadrangularis</i> (Müller, 1785)	+			

ний — ветвистоусые; в осенний период по плотности преобладают ветвистоусые, а по биомассе — веслоногие (табл. 2). Наиболее богатое видовое разнообразие было отмечено летом.

Как видно из табл. 2, максимум плотности и биомассы зоопланктона наблюдаются летом и осенью.

Соотношение зоопланктона по плотности и биомассе в различные сезоны 2014 г. представлено на рис. 1. Плотность зоопланктона в весенний период на исследуемом плесе водохранилища колебалась

от 502 до 16189 экз/м³, в среднем составляя 2295±675 экз/м³. Биомасса зоопланктона находилась в пределах 22,42–672,22 мг/м³, в среднем составляя 94,62±26,80 мг/м³. Плотность зоопланктона в летний период на исследуемом участке колебалась от 1198 до 95305 экз/м³, в среднем составляя 14287±4872 экз/м³.

Биомасса зоопланктона находилась в пределах 87,44–19156,23 мг/м³, в среднем составляя 1331,7±756,88 мг/м³. Плотность зоопланктона в осенний период на исследуемом участке колебалась от 91

Таблица 2. Плотность (экз/м³) и биомасса (мг/м³) зоопланктона Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 2014 г.

Группа	Весна		Лето		Осень	
	Плотность	Биомасса	Плотность	Биомасса	Плотность	Биомасса
Rotatoria	343±130	2,25±0,82	3696±2096	27,91±16,58	2092±1457	15,97±9,89
Copepoda	1868±572	85,26±25,99	2798±857	172,20±72,45	2035±673	91,09±30,00
Cladocera	84±30	7,11±5,08	7793±3680	1131,59±695,01	3921±1850	44,02±20,43

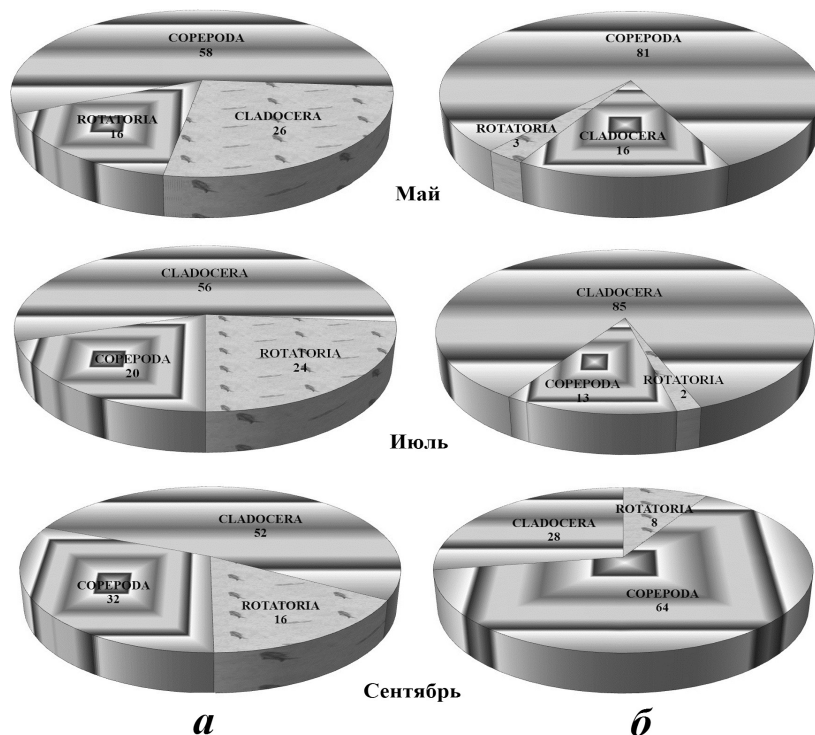


Рис. 1. Соотношение зоопланктона Волжского плеса Куйбышевского водохранилища по численности (а) и биомассе (б) в разные сезоны 2014 г., %.

до 82714 экз/м^3 , в среднем составляя $8048 \pm 3709 \text{ экз/м}^3$; биомасса — $0,64 - 1034,41 \text{ мг/м}^3$, в среднем составляя $151,08 \pm 53,56 \text{ мг/м}^3$.

Видовое разнообразие и выравнивание сообществ в целом во всех исследуемых экотопах Волжского плеса были низкими (табл. 3). Невысокий уровень видового разнообразия и выравнивания указывает на низкую устойчивость экосистем к воздействию стрессогенных факторов.

Данные сапробиологического анализа показали, что во все исследованные сезоны Волжский плес Куйбышевского водохранилища относился к гидроэкосистемам умеренно-загрязненной зоны (β -мезосапробные воды).

Важными факторами, оказавшими влияние на формирование зоопланктона Куйбышевского водохранилища, стали изменение гидрологического и гидрохимического режимов в связи с регулированием Волги, а в последующем к ним добавилось усиление антропогенного эвтрофирования (Калайда, 2003). В первую очередь изменения отразились на соотношении коловраток и ракообразных. Если до регулирования в зоопланктоне р. Волга насчитывалось 46–97 видов и форм коловраток (61,4–70,3% от общего количества видов), 20–31 ветвистоусых и 9–10 видов веслоногих рачков, то после регулирования число видов коловраток уменьшилось, а ракообразных, наоборот, значительно возросло. До регулирования Волги ее зоопланктон насчитывал 76 видов, из которых 50 были коловратки, 19 – ветви-

стоусые и 7 – веслоногие рачки (Калайда, 2003).

В 1956 г., по данным Соколовой (1958), в Волжском отроге наблюдался довольно типичный «речной» характер состава зоопланктона с преобладанием коловраток как по видовому, так и по количественному разнообразию. Средняя плотность зоопланктона составляла $115,1 \text{ тыс. экз/м}^3$. В 1957 г. типичный «речной» характер зоопланктона изменился в связи с тем, что коловратки перестали играть ведущую роль в его составе. Средняя плотность зоопланктона в этот период составила $53,5 \text{ тыс. экз/м}^3$, что существенно ниже, чем в 1956 г.

В 1958 г. в зоопланктоне Куйбышевского водохранилища отмечены виды ветвистоусых рачков, которые в предыдущие годы обнаружены не были, — *Limnospira frontosa*, *Leydigia leydigi*, *L. acanthocerooides*, *Camptocercus rectirostris*, *Pleuroxus trigonellus*. При этом видовой состав веслоногих рачков стал беднее, а их плотность в 1959 г. сильно возросла. Зоопланктон Куйбышевского водохранилища в эти годы в основном приобретает характер «озерного» (приближаясь к типу эвтрофных озер), в котором и качественно, и количественно преобладают рачки: коловратки — 23%, ракообразные — 77%. Особенно увеличилось по сравнению с 1957 г. количество веслоногих рачков; средняя их плотность в 1958 г. составила $19,3 \text{ тыс. экз/м}^3$, а в 1959-м — $75,6 \text{ тыс. экз/м}^3$ (Соколова, 1958).

В 1960 г. зоопланктон был представлен 35 видами коловраток, 36 видами ветвистоусых и 17 видами веслоногих рачков.

Таблица 3. Значения индекса видового разнообразия Шеннона и коэффициента выравнивания по Пиелу

Сезон	Плотность	Биомасса	Плотность	Биомасса
	Индекс Шеннона		Коэффициент выравнивания по Пиелу	
Весна	1,90	2,30	0,43	0,52
Лето	2,84	2,49	0,61	0,53
Осень	2,03	1,64	0,53	0,43

Произошло обеднение фауны коловраток и обогащение фауны ветвистоусых рачков. Увеличение числа видов *Cladocera* было связано с окончательным становлением ложа и берегов водохранилища и развитием прибрежных и иловых форм. Особенностью 1960–1992 гг. являлось то, что в водохранилище стали встречаться в большом количестве крупные хищные рачки. Увеличение плотности и биомассы хищников произошло благодаря большому количеству корма — рачков-фильтраторов, которые в предыдущие годы недоиспользовались рыбами. Средняя плотность зоопланктона Волжского отрога Куйбышевского водохранилища в 1960, 1961 и 1962 гг. составила 52,6, 72,1, 36,1 тыс. экз/м³ соответственно (Чернышева, Соколова, 1964).

В 1975–1976 гг. основу зоопланктона составили циклопы (на личиночных стадиях), а также коловратки. В зоопланктоне насчитывалось 122 таксона: *Rotatoria* — 60, *Cladocera* — 41, *Cyclopoida* — 14, *Calanoida* — 7. В первые 7 лет существования водохранилища сезонная динамика плотности и биомассы зоопланктона характеризовалась одновершинной кривой с максимумом, приходящимся на лето. В последующие

годы в водохранилище наблюдалось преимущественно два пика высокой плотности и биомассы зоопланктона, обычно в июне и сентябре. По плотности в планктоне преобладали коловратки, по биомассе — ракообразные. В разные годы летний максимум плотности зоопланктона колебался от 70 до 400 тыс. экз/м³, а осенью от 20 до 400 тыс. экз/м³ (Монаков, 1983). Средняя плотность зоопланктона водохранилища в 1977 г. составила 95 тыс. экз/м³. Доминирующими по плотности были коловратки, из ракообразных особенно многочисленны *Cyclopoidae*; плотность *Cladocera* небольшая, хотя их доля в биомассе значительна. В видовом составе существенных изменений не произошло. Динамика развития планктона, распределение его по акватории происходило так же, как и в предыдущие (1964–1971) годы (Чернышева, Соколова, 1964).

В 1981 г. в водохранилище было обнаружено 82 вида зоопланктона, из них 44 вида коловраток, 22 — ветвистоусых и 16 — веслоногих. Средняя плотность зоопланктона Волжского плеса составила 120 тыс. экз/м³ (Гаврилова, Лепикова, 1983). В 1982 г. было отмечено уже 103 вида: коловраток — 57, кладоцер — 29, копепод — 17. Средняя

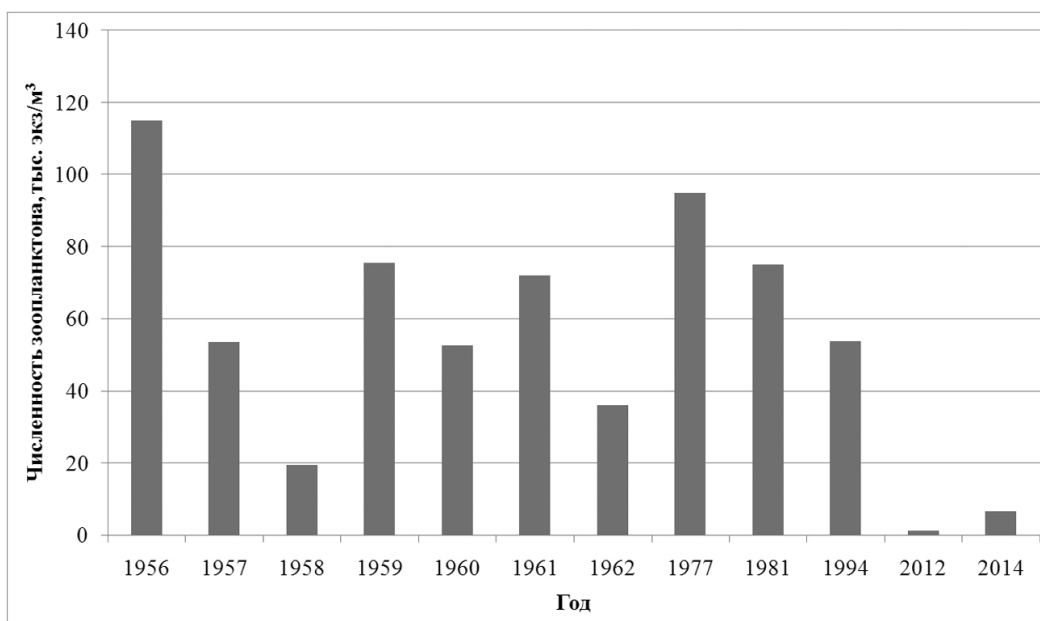


Рис. 2. Межгодовая плотность зоопланктона Волжского плеса Куйбышевского водохранилища.

плотность зоопланктона за вегетационный период составила 75 тыс. экз/м³ (Гошкадеря, 1984). С 1991 по 2003 гг. в Волжском плесе ежегодно встречались 25–60 видов, из них 12–26 коловраток, 8–18 – ветвистоусых и 3–16 веслоногих рачков. В 1994 г. средняя плотность зоопланктона составила 53,7 тыс. экз/м³. Вероятно, усиление антропогенного воздействия проявляется в нарушении соотношения групп коловраток и ракообразных. Увеличение доли коловраток в составе зоопланктона в местах загрязнения органическими веществами сопровождается сокращением их видового разнообразия и значительным возрастанием количественных показателей (Калайда, 2003).

В 2012 г. в зоопланктоне Куйбышевского водохранилища в районе месторождения «Бахчи-Сарай» были встречены три группы планктонных организмов: коловратки (*Rotatoria*), ветвистоусые (*Cladocera*), веслоногие (*Sorceroda*). Коловратки отмечались главным образом в октябре. Из ветвистоусых на протяжении всего сезона обнаруживались представители рода *Bosmina*. В летний период наиболее часто встречались *Daphnia longispina* и *Leptodora kindtii*. Из веслоногих на протяжении всего сезона отмечены виды рода *Cyclops*, *Diatomus* и копеподы на стадии науплии. Зоопланктон на исследуемом участке в течение всего года характеризовался крайне низким видовым разнообразием, а также плотностью и биомассой. Средняя плотность зоопланктона в июне 2012 г. была равна 1,2 тыс. экз/м³ (Ускова и др., 2013).

Сравнительные многолетние межгодовые данные по плотности зоопланктона представлены на рис. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зоопланктон Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в период исследований представлен 28 видами, относящимися к трем группам. Наибольшим видовым разнообразием отличались ветвистоусые рачки. В весенний период по плот-

ности и биомассе преобладали веслоногие, в летний – ветвистоусые; в осенний период по плотности преобладают ветвистоусые, а по биомассе – веслоногие.

Видовое разнообразие и выравнивание сообществ в целом во всех экотопах были низкими. По данным сапробиологического анализа, на протяжении всего периода исследований Волжский плес Куйбышевского водохранилища можно отнести к группе β-мезосапробных водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас единой глубоководной системы Европейской части РФ. Т. 6. Ч. 1. СПб.: Волго-Балт, 2006. 98 с.

Гаврилова В.А., Лепилова Е.А. Динамика развития зоопланктона Куйбышевского водохранилища // Биология внутрен. вод. 1983. Информ. бюл. № 60. С. 22–25.

Гошкадеря В.А. Динамика развития зоопланктона Куйбышевского водохранилища в 1981 г. // Там же. 1984. Информ. бюл. № 63. С. 17–20.

Калайда М.Л. Экологическая оценка Куйбышевского водохранилища в условиях антропогенного воздействия. Казань: КГЭУ, 2003. 135 с.

Кокуричева М.П., Калининцева В.Г., Бикунова Л.П. и др. Влияние взвешенных веществ при добыче песка на водные организмы // Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды. М.: Б. и., 1981. С. 46–48.

Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 742 с.

Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки *Cladocera* фауны СССР. Л.: Наука, 1964. 362 с.

Монаков А.В. Куйбышевское водохранилище. Л.: Наука, 1983. 214 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России. Т. 1 / Под ред. С.А. Цаллохина. СПб.: ЗИН РАН, 1994. 394 с.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Ольшванг В.Н. Состояние отдельных компонентов водных биогеоценозов при разработке рос-

- сыпных месторождений дражным способом. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 121 с.
- Рылов В. М. Cyclozoidea пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные. Т. III. Вып. 3. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 318 с.
- Соколова К. Н. Данные по зоопланктону в первые два года существования Куйбышевского водохранилища // Тр. Тат. отд. ВНИОРХ. Вып. 8. С. 77–99.
- Ускова С. С., Медянкина М. В., Соколова С. А. Влияние разработки месторождения нерудных строительных материалов «Бахчи-Сарай» на гидробионты Куйбышевского водохранилища // Современ. проблемы науки и образования. 2013. № 2 (электрон. журн.: <http://www.science-education.ru/108-9145>).
- Чернышева Э. Р., Соколова К. Н. Зоопланктон Куйбышевского водохранилища по наблюдениям 1958 и 1959 гг. // Тр. Тат. отд. ВНИОРХ. Вып. 9. С. 40–70.
- Чернышева Э. Р., Соколова К. Н. Зоопланктон Куйбышевского водохранилища в 1960–1962 гг. // Там же. Вып. 10. С. 65–79.
- Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М.: Тов. науч. изд. КМК, 2010. 179 с.

SEASONAL DYNAMICS OF ZOOPLANKTON IN VOLGA STRETCH OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR IN 2014

© 2016 y. K. A. Kuzmina, I. A. Kuzmina, M. B. Medyankina

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140

The article assesses the qualitative and quantitative composition of zooplankton on the basis of hydrobiological studies in the Volga reach Kuibyshev reservoir in 2014. Zooplankton is represented by rotifers, copepods and cladocerans. In the spring, in number and biomass is dominated by copepods, in the summer – cladocerans, in the fall in numbers is dominated by cladocerans and copepods in biomass. According saprobiological analysis over the entire study period the Volga reach Kuibyshev reservoir can be attributed to the group of β -mesosaprobic reservoirs.

Keywords: Kuibyshev reservoir, the Volga stretch, zooplankton, aquatic resources, food supply, aquatic organisms.