

УДК 574.587

ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА ЛИТОРАЛИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ г. КАЗАНЬ

Г.С. Тарасов, О.И. Хамитов, Л.А. Фролова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, 420008, Россия

Аннотация

В работе рассмотрены сезонные флуктуации видового состава и количественных характеристик бентосных сообществ прибрежных мелководий Куйбышевского водохранилища в районе пос. Старое Аракчино (г. Казань) в вегетационный период 2014 г. Во время исследования было выявлено 40 таксонов макрозообентоса, наибольшее видовое разнообразие отмечено для насекомых и моллюсков. Отмечено снижение видового разнообразия по сравнению с данными исследования 2010–2013 гг.: пробы зообентоса характеризовались отсутствием представителей отдельных отрядов насекомых (ручейников, личинок и имаго жесткокрылых), а также максиллопод. Показатели численности и биомассы 2014 г. также были ниже значений предыдущих лет. Основной вклад в численность и биомассу вносили брюхоногие и двустворчатые моллюски, особенно представители *Viviparus viviparus* (L., 1758), а также инвазионные виды *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) и *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828).

Ключевые слова: зообентос, прибрежные мелководья, Волжский плес, Куйбышевское водохранилище

Введение

Среди многочисленных внутренних водоемов особенный интерес представляют водохранилища, большинство которых имеет многоцелевое назначение [1–3]. В процессе формирования водохранилища меняется гидрологический режим его начального водоема. На разных участках эти изменения выражены неодинаково [4].

Для водохранилищ на равнинных реках специфической особенностью является формирование обширных мелководий, значительно отличающихся от глубоководных районов по взаимодействию динамических процессов, затрагивающих водные массы, дно и берег. Совокупность этих признаков обуславливает основное отличие гидробиологического режима мелководий от глубоких участков водохранилищ [5]. Зона мелководий представляет собой один из самых важных биотопов, формирующих прибрежно-водный экотон, подверженный влиянию как со стороны суши, так и более глубоководных районов водохранилищ [6–8]. Таким образом, мелководья играют существенную роль в гидрологических и гидробиологических процессах. Несмотря на это, они являются малоизученными участками водохранилищ [5].

Куйбышевское водохранилище, образованное в равнинной долине р. Волги, включает в себя значительное число мелководных участков, особенно распространенных в Волжском и Волжско-Камском плесах. Общая площадь этих плесов составляет около 900 км² при нормальном подпорном уровне, что составляет примерно 10.5% от общей площади водного зеркала водоема [2].

Одной из основных особенностей водохранилищ, расположенных на равнинных реках, является значительная изменчивость акватории в годовом и суточном циклах [4]. Динамика водных масс, наряду с другими абиотическими факторами водной среды, выступает одной из основных характеристик, обуславливающих распространение гидробионтов в водохранилищах [9].

Для Куйбышевского водохранилища характерно существенное колебание уровня воды. С мая по июнь, как правило, отмечается наибольший уровень воды, вызванный наполнением водохранилища до нормального подпорного уровня [3, 9]. Позднее, начиная со второй половины лета, уровень воды снижается интенсивнее, и крупные участки мелководий остаются вне воды с осени до весны [2–4, 10].

Зообентос является важным структурным компонентом водных экосистем [1, 11–14]. Организмы макрозообентоса широко используются в биоиндикации благодаря таким качествам, как повсеместная распространенность, высокие показатели численности, приуроченность к определенному биотопу, продолжительный срок жизни, позволяющий аккумулировать загрязняющие вещества [11, 12].

В Куйбышевском водохранилище исследования донной фауны проводятся с момента зарегулирования водохранилища [2, 3, 10, 13]. Средняя многолетняя биомасса зообентоса (без учета крупных моллюсков) на бывшем русле р. Волги составила 20.96 г/м², на затопленной пойме – 4.2 г/м². В настоящее время общая биомасса макрозообентоса имеет тенденцию к снижению: в конце 90-х годов XX в. она составляла 7.49 г/м², к 2005 г. – 1.62 г/м² [2, 3].

Исследования макрозообентоса Волжского плеса Куйбышевского водохранилища касались в основном глубоководных участков водоема (на месте бывшего русла р. Волги) [2, 15], в то время как прибрежные мелководья изучались недостаточно. Работы по изучению прибрежных мелководий Волжского плеса (в районе пос. Старое Аракчино) были посвящены главным образом изучению отдельных групп зообентоса (насекомые, моллюски, отдельные группы ракообразных) [16, 17] либо были проведены в период формирования водохранилища [18, 19]. В связи с этим стало актуальным исследование видового состава и количественных характеристик мелководных сообществ зообентоса Куйбышевского водохранилища.

1. Материалы и методы исследования

Исследования сообществ макрозообентоса литорали проводились на примере пос. Старое Аракчино (г. Казань, Республика Татарстан) в течение вегетационного периода 2014 г. два раза в месяц на трех станциях, различающихся грунтовым составом, влиянием абиотических и биотических факторов, а также антропогенной нагрузкой.

Станции имеют следующие координаты: станция 1 – 55°47'59.5" с.ш., 48°58'33.2" в.д.; станция 2 – 55°47'54.4" с.ш., 48°58'51.7" в.д., станция 3 – 55°47'52.9" с.ш., 48°58'53.4" в.д.

Ст. 1 представляла собой мелководный, глубоко вдающийся в сушу залив, наименее подверженный волновому и ветровому воздействию [4, 5, 7, 9]. Грунты ст. 1 были представлены илисто-песчаными в зоне уреза воды и илистыми на прибрежном мелководье.

Ст. 2 располагалась в зоне, наиболее подверженной ветро-волновому воздействию. Здесь преобладали песчаные грунты в зоне уреза и песчаные с присутствием раковин моллюсков на мелководьях.

Грунты ст. 3 были также песчаными в зоне уреза воды и на прибрежном мелководье, с присутствием зарослей полупогруженных и погруженных макрофитов.

В зоне уреза воды точки отбора проб располагались на поверхности грунта (на расстоянии 0.2–0.5 м от уреза воды); в грунте (на глубине около 0.05 м) и непосредственно в зоне уреза воды. С каждой точки отбиралось по одной пробе. Сбор материала с поверхности грунта происходил вручную, при помощи рамки площадью 0.0625 м². Зообентос из грунта промывался порциями через мельничный газ (№ 24). У уреза воды и на различных глубинах прибрежных мелководий (0.1, 0.5 и 0.7 м) материал отбирался при помощи ручного сачка также по одной пробе с точки в соответствии со стандартными методиками [1, 11–14, 20]. После отбора организмов проводилась фиксация отобранных представителей зообентоса 4%-ным раствором формалина.

Дальнейшая обработка проб проводилась на базе кафедры зоологии и общей биологии Казанского федерального университета в соответствии со стандартными методиками [6, 12, 21–23]. Таксономическое определение проводилось до видового или родового уровня, за исключением представителей семейств Diptera, которые определялись в основном до подсемейства (либо до рода) [1, 11, 24]. В период исследований было отобрано и обработано 252 пробы зообентоса.

Для оценки сходства видового состава макрозообентоса в зоне уреза воды и на прибрежном мелководье использовали коэффициенты общности Жаккара [25], Чекановского – Сёренсена [26, 27], индекс биотической дисперсии Коха [28].

Достоверность полученных результатов оценивали, используя метод множественных сравнений (*H*-критерий Крускала – Уоллиса) и метод попарных сравнений (*U*-критерий Манна – Уитни) [29] в программном пакете Past (V. 3.08) (Paleontological Statistics) [30].

2. Результаты и их обсуждение

В период исследования было обнаружено 40 таксонов макрозообентоса, которые принадлежали к следующим систематическим группам: тип Mollusca (классы Bivalvia и Gastropoda), класс Insecta (отряды Diptera, Ephemeroptera, Odonata), тип Annelida (классы Oligochaeta и Hirudinea). В зоне уреза воды выявлено 28 таксонов, на прибрежном мелководье – 29 таксонов, из них 17 таксонов (42.5% от общего числа) встречались на обоих участках исследования. Для зоны уреза воды и прибрежных мелководий характерна средняя степень сходства видового состава: коэффициент Жаккара и индекс Коха были равны 42.5%, коэффициент Чекановского – Сёренсена – 37.4%. По сравнению с данными 2010–2013 гг., наблюдалось снижение видового разнообразия зообентоса: в 2010–2012 гг. было выявлено 48 таксонов водных беспозвоночных [31], в 2013 г. число таксонов снизилось до 42 [32]. В 2010–2013 гг. на исследуемом участке

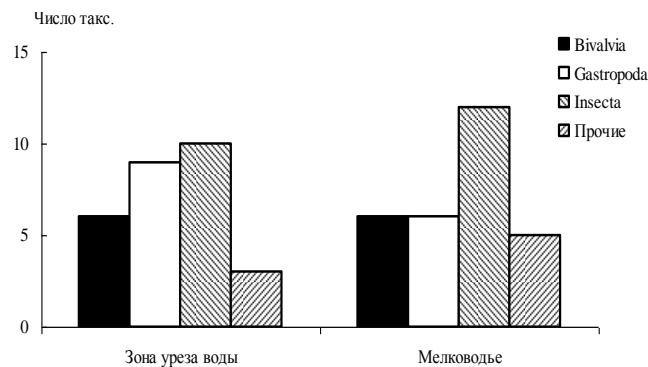


Рис. 1. Соотношение таксономических групп в составе сообществ зообентоса литорали Куйбышевского водохранилища

Куйбышевского водохранилища были отмечены единичные встречи представителей отрядов Trichoptera, Coleoptera и Maxillopoda, которые не обнаруживались в пробах 2014 г. [31, 32].

Видовой состав беспозвоночных Волжского плеса характеризуется высоким разнообразием по сравнению с другими плесами Куйбышевского водохранилища: на этом участке отмечено около 30 видов олигохет и хирономид (в пределах Ундорского и Приплотинного плесов максимальное число видов в отдельных случаях достигает 25), видовой состав моллюсков варьирует в пределах 20–40 на различных участках водоема (около 26 видов в Волжско-Камском плесе), ракообразных – 4–7 видов [2, 3].

В зоне уреза воды наиболее богатыми по видовому составу были насекомые и брюхоногие моллюски (35.7% и 32.1% соответственно), существенных различий с предыдущими годами исследования [31, 32] не наблюдалось. На прибрежном мелководье преобладали насекомые (41.4%), роль прочих групп зообентоса была ниже по сравнению с данными 2010–2012 гг. (рис. 1), где число прочих групп бентоса составляло не менее 35% от общего числа таксонов [31].

Отличительной чертой прибрежных мелководий было наличие на всех станциях олигохет *Lumbriculus variegatus* (Muller, 1773) и *Limnodrilus* sp. (Claparede, 1862), поденок *Baetis* sp. (Leach, 1815), *Ephemera* sp. (L., 1758) *Caenis macrura* (Stephens, 1835) которые полностью отсутствовали в зоне уреза воды. На ст. 3 прибрежных мелководий были также отмечены единичные встречи стрекоз *Lestes* sp. (Leach, 1815). В зоне уреза воды, в отличие от прибрежных мелководий, были обнаружены двустворчатый моллюск *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1847), брюхоногие моллюски *Anisus draparnaldi* (Sheppard, 1823), *Bithynia tentaculata* (L., 1758), *Planorbis planorbis* (L., 1758), из клопов *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794). Из комаров в пробах единожды был выявлен *Anopheles* sp. (Meigen, 1818).

Видовое разнообразие ст. 1 зоны уреза воды было выше, чем на ст. 2 и ст. 3 (25, 12 и 14 таксонов соответственно), ввиду ее защищенности от негативного воздействия абиотических факторов и гидрологического режима водохранилища [4, 5, 9, 31, 32]. На прибрежном мелководье таксономический состав ст. 1 и ст. 3 отличался незначительно (26 и 28 таксонов соответственно), во многом благодаря наличию зарослей полупогруженных макрофитов, служащих есте-

ственной защитой против отрицательного ветрового и волнового влияния [7, 9, 31, 32]. Наряду с этим наличие зарослей водной растительности также является благоприятным фактором для их развития [7, 33].

Средние значения численности (со стандартной ошибкой среднего) составили 69 ± 26 и 139 ± 29 экз./м² в зоне уреза воды и на прибрежном мелководье соответственно, в то же время показатели биомассы оказались равными 34.35 ± 21.26 и 18.28 ± 5.71 г/м² соответственно. В 2010–2012 гг. средние показатели численности в зоне уреза воды были выше (92 ± 35 экз./м²), на прибрежном мелководье различий не выявлено (130 ± 51 экз./м²) [31]. Напротив, в 2013 г. средние показатели численности были ниже и составили 48 ± 16 и 58 ± 18 экз./м² в зоне уреза воды и на прибрежном мелководье соответственно [32].

Различия между количественными показателями участков исследования, в том числе и предыдущих лет исследования, были обусловлены присутствием в зоне уреза воды крупных двустворчатых и брюхоногих моллюсков с высокой индивидуальной массой (таких, как *V. viviparus* (L., 1758), *Unio longirostris* (Rossmassler, 1836) и др.) [31, 32]. В то же время на прибрежном мелководье была высока доля мелких организмов с низкой массой: *D. polymorpha* (Pallas, 1771), *L. naticoides* (Pfeiffer, 1828), являющихся массовыми инвазионными видами в системе каскада Волжских водохранилищ [15–17, 33]. Последний вид, *D. polymorpha* (Pallas, 1771), вместе с родственным видом *D. bugensis* (Andrusov, 1847) в настоящее время является важным компонентом пресноводных экосистем Волжского каскада водохранилищ, формируя массивные друзы и участвуя в процессах самоочищения водоемов. Общеизвестно, что после вселения дрейссениды становятся доминантами донных сообществ по количественным показателям [15, 16, 33, 34].

На обоих участках исследования основной вклад в численность вносили брюхоногие и двустворчатые моллюски (60% и 40% в зоне уреза воды и на прибрежном мелководье соответственно), особенно велика была доля упомянутой ранее *D. polymorpha* (Pallas, 1771).

Максимальные показатели численности моллюсков (рис. 2) приходились на май и сентябрь на обоих участках исследования, что обуславливалось сравнительно низким уровнем воды в эти периоды. Напротив, численность и биомасса представителей мягкого бентоса (рис. 3) были выше в период относительно стабильного уровня воды (с июня по август) и значительно снижались к осени. Такие группы насекомых, как поденки, отмечались в основном в июне – августе, во время вылета их имаго [35], в то время как клопы рода *Sigara*, у которых в течение одного вегетационного периода формируется несколько поколений особей [36], обнаруживались в пробах, отобранных в августе.

Средние показатели численности на ст. 1 составили 63 ± 20 и 151 ± 30 экз./м² в зоне уреза воды и на прибрежных мелководьях соответственно. В зоне уреза воды преобладающими группами по численности были брюхоногие моллюски (52.3% от общей численности макрозообентоса), причем основной вклад в численность вносил указанный ранее *V. viviparus* (L., 1758), а также *Lymnaea auricularia* (L., 1758). На прибрежном мелководье отмечались те же тенденции: было велико значение двустворчатых моллюсков (39.4% от общей численности зообентоса), а также брюхоногих моллюсков и насекомых (26.3% и 24.8% соответственно). Значительно преобладали дрейссениды и *L. naticoides* (Pfeiffer, 1828).

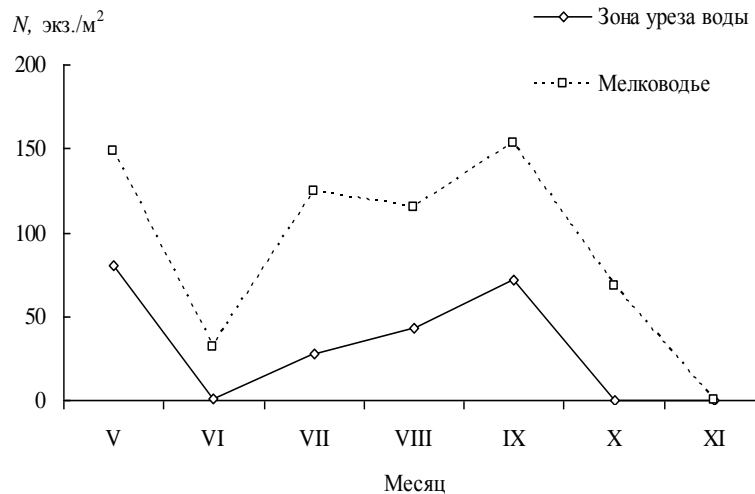


Рис. 2. Динамика численности моллюсков литорали Куйбышевского водохранилища в 2014 г.

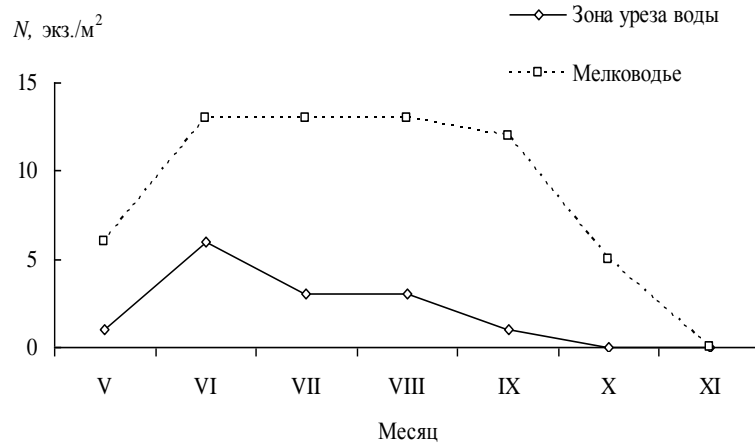


Рис. 3. Динамика численности мягкого зообентоса литорали Куйбышевского водохранилища в 2014 г.

Средние показатели численности на ст. 2 составили 73 ± 34 и 129 ± 34 экз./м² в зоне уреза воды и на прибрежном мелководье соответственно. В зоне уреза здесь, в отличие от ст. 1, абсолютно преобладали *D. polymorpha* (Pallas, 1771) (79.6%), численность которых значительно превышала показатели ст. 1. На прибрежном мелководье вклад в численность обеих групп моллюсков был одинаковым (35.9% и 35.1% для двустворчатых и брюхоногих моллюсков соответственно), с преобладанием указанных ранее видов-вселенцев.

На ст. 3 средние значения численности составили 71 ± 36 и 136 ± 35 экз./м² для зоны уреза воды и прибрежных мелководий соответственно. В зоне уреза здесь также абсолютно преобладали двустворчатые моллюски (73.5%). На прибрежном мелководье была велика роль двустворчатых моллюсков (44.1%), а также насекомых (22.4%), что было обусловлено влиянием макрофитов, защищающих гидробионтов от волнового воздействия.

Табл. 1

Показатели вероятности различий (p) и значения U -критерия Манна – Уитни для численности макробеспозвоночных между различными станциями зоны уреза воды (У) и прибрежных мелководий (М)*

Участок исследования		У			М		
		Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3
У	Ст. 1	–	> 0.05 801	> 0.05 808	< 0.001 352	< 0.001 409	< 0.001 421
	Ст. 2	> 0.05 801	–	> 0.05 857	< 0.001 350	< 0.001 419	< 0.001 389
	Ст. 3	> 0.05 808	> 0.05 857	–	< 0.001 353	< 0.001 416	< 0.001 390
М	Ст. 1	< 0.001 352	< 0.001 350	< 0.001 353	–	> 0.05 792	> 0.05 791
	Ст. 2	< 0.001 409	< 0.001 419	< 0.001 416	> 0.05 792	–	> 0.05 871
	Ст. 3	< 0.001 421	< 0.001 389	< 0.001 390	> 0.05 791	> 0.05 871	–

* Показатели вероятности различий расположены над диагоналями ячеек, значения U -критерия – под ними.

По показателям биомассы преобладающей группой были брюхоногие моллюски (77.4% и 53.5% в зоне уреза и на мелководье соответственно), максимальные показатели биомассы наблюдались у *V. viviparus* (L., 1758) на обоих участках исследования. На мелководье существенный вклад в биомассу также вносили представители двустворчатых моллюсков (43.0%), в частности *D. polymorpha* (Pallas, 1771), биомасса которой закономерно возрастала с глубиной [15–17, 33, 34]. Роль мягкого грунта также была незначительной.

Средние значения биомассы как в зоне уреза воды, так и на прибрежном мелководье были выше на ст. 1 и составили 47.83 ± 33.14 и 22.37 ± 8.18 г/м² соответственно. Основной вклад в биомассу на обоих участках исследования вносили брюхоногие моллюски (88.3% и 59.4% в зоне уреза и на прибрежном мелководье соответственно), особенно *V. viviparus* (L., 1758) (70.1% и 38.2% от общей биомассы соответственно). На ст. 2 и ст. 3 основной вклад в биомассу также вносили брюхоногие моллюски, однако на прибрежных мелководьях ст. 3 доля двустворчатых и брюхоногих моллюсков была одинаковой (48.5% и 49.4% соответственно) благодаря наличию в пробах крупных моллюсков *U. longirostris* (Rossmassler, 1836) и *U. pictorum* (L., 1758).

Сравнение показателей численности по методу множественных сравнений (H) выявило наличие значимых различий между медианами различных проб ($H = 59.7$, $p < 0.001$). При парном сравнении (U) были обнаружены значимые различия между численностью зоны уреза воды и прибрежными мелководьями, различий между станциями каждого отдельно взятого участка исследования не было выявлено (табл. 1).

Сравнение показателей биомассы по H -критерию также выявило наличие значимых различий между медианами ($H = 20.39$, $p < 0.001$), в том числе и при парном сравнении станций уреза воды и прибрежных мелководий. Отдельное сравнение станций прибрежных мелководий не выявило между ними значимых различий, то же самое касалось и станций уреза воды.

Заключение

По результатам работы основными группами зообентоса прибрежной части литорали Куйбышевского водохранилища в районе пос. Старое Аракчино были моллюски (двустворчатые и брюхоногие), насекомые (отряды двукрылые, полужуки, клопы, стрекозы) и др. В 2014 г. отсутствовали ручейники, максиллоподы и личинки водных жуков, обнаруженные в пробах 2010–2013 гг.

В зоне уреза воды видовое разнообразие ст. 1 (25 таксонов) было выше, чем на ст. 2 и ст. 3 (12 и 14 таксонов соответственно), благодаря ее выгодному положению в заливе, что способствовало ее защите от негативного воздействия абиотических факторов (ветровое и волновое воздействие). На прибрежном мелководье видовое разнообразие было выше на ст. 1 и ст. 3 (26 и 28 таксонов соответственно), чем на ст. 2 (24 таксона). Высокое разнообразие ст. 3 обуславливалось наличием зарослей макрофитов, которые создают благоприятные условия для гидробионтов.

Отмечено снижение видового разнообразия по сравнению с исследованиями 2010–2013 гг.: в 2010–2012 гг. было выявлено 48 таксонов водных беспозвоночных, в 2013 г. число таксонов снизилось до 42 и в 2014 г. составило 40. В 2010–2013 гг. на исследуемом участке Куйбышевского водохранилища были отмечены единичные встречи представителей отрядов Trichoptera, Coleoptera и Maxillopoda, которые не обнаруживались в пробах 2014 г.

Высокие показатели численности на обоих участках исследования были зарегистрированы для двустворчатых моллюсков, особенно массовых инвазионных представителей бентоса *D. polymorpha* (Pallas, 1771), роль брюхоногих моллюсков была ниже. Основной вклад в биомассу вносили брюхоногие, особенно *V. viviparus* (L., 1758) и *L. naticoides* (Pfeiffer, 1828), также являющийся массовым вселенцем Куйбышевского водохранилища.

Литература

1. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутр. вод. – 2000. – № 1. – С. 69–82.
2. Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. – 123 с.
3. Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – 215 с.
4. Буторин Н.В. Абиотические факторы продуктивности водохранилищ // Биологические ресурсы водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 8–22.
5. Буторин Н.В., Успенский С.М. Значение мелководий в биологической продуктивности водохранилищ // Биологические ресурсы водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 23–40.
6. Furey P.C., Nordin R.N., Mazumder A. Littoral benthic macroinvertebrates under contrasting drawdown in a reservoir and a natural lake // J. N. Am. Benthol. Soc. – 2006. – V. 25, No 1. – P. 19–31.
7. Борисович М.Г., Яковлев В.А. Трофическая структура зоопланктона разнотипных мелководий Волжского и Волжско-Камского плесов Куйбышевского водохранилища // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2011. – Т. 153, кн. 2. – С. 214–227.

8. *Новикова Н.М.* Экотонные системы «вода-суша»: современные достижения и задачи исследований // Проблемы изучения краевых структур биоценозов: Материалы 2-й Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008. – С. 62–66.
9. *Поддубный С.А., Сухова Э.В.* Моделирование влияния гидродинамических и антропогенных факторов на распределение гидробионтов в водохранилищах: Руководство для пользователей. – Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати», 2002. – 120 с.
10. *Боровкова Т.Н., Никулин П.И., Широков В.М.* Куйбышевское водохранилище. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1962. – 89 с.
11. *Shitikov V.K., Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V.* Assessing surface water quality based on indicator zoobenthos species // *Water Resources*. – 2004. – V. 31, No 3. – P. 323–332.
12. *Шуйский В.Ф., Максимова Т.В., Петров Д.С.* Биоиндикация качества водной среды, состояния пресноводных экосистем и их антропогенных изменений // Сб. науч. докл. VII междунар. конф. «Экология и развитие Северо-Запада России». – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2002. – С. 441–451.
13. *Попченко В.И., Зинченко Т.Д.* Зообентос волжских водохранилищ // Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. – С. 65–72.
14. *Жадин В.И.* Методы гидробиологических исследований. – М.: Высш. шк., 1960. – 191 с.
15. *Михайлов Р.А.* Распространение моллюсков рода *Dreissena* в водоемах и водотоках Среднего и Нижнего Поволжья // *Рос. журн. биол. инвазий*. – 2015. – № 1. – С. 64–78.
16. *Yakovleva A.V., Yakovlev V.A.* Impact of *Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis* on structure of zoobenthos in the upper reaches of the Kuybyshev Reservoir (Russia) // *Russ. J. Biol. Invas.* – 2011. – V. 2, No 4. – P. 312–319. – doi: 10.1134/S2075111711040151.
17. *Яковлева А.В., Яковлев В.А., Сабиров Р.М.* Бентосные вселенцы и их распределение в верхней части Куйбышевского водохранилища // *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки*. – 2009. – Т. 151, кн. 2. – С. 231–243.
18. *Курбангалиева Х.М.* Бентос Свияжского залива Куйбышевского водохранилища // Результаты комплексного изучения фауны Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в период ее формирования: Тем. сб. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1965. – С. 65–85.
19. *Ляхов С.М.* О прибрежном бентосе в Куйбышевском водохранилище // *Биол. внутр. вод*. – 1972. – № 14. – С. 10–14.
20. *Zinchenko T.D., Shitikov V.K.* Hydrobiological monitoring as a basis of typology of small rivers in Samara region // *Izv. Samar. Nauch. Tsentra, Ross. Akad. Nauk*. – 1999. – V. 1, No 1. – P. 118–127.
21. *Жизнь пресных вод СССР*. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 4, Ч. 1. – 470 с.
22. *Долгов Г.И., Никитинский Я.Я.* Гидробиологические методы исследования // Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод. – М.: Мосполиграф, 1927. – С. 142–217.
23. *Barton D.R., Griffiths M.* Benthic invertebrates of the nearshore zone of eastern Lake Huron, Georgian Bay, and North Channel // *J. Great Lakes Res.* – 1984. – V. 10, No 4 – P. 407–416.
24. *Meire P.M., Dereu J.P.J., J. van der Meer, Develter D.W.G.* Aggregation of littoral macrobenthic species: some theoretical and practical considerations // *Hydrobiologia*. – 1989. – V. 175, No 2. – P. 137–148.

25. *Jaccard P.* Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. – 1901. – Bd. 37, H. 140. – S. 241–272.
26. *Sørensen T.* A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons // Biol. Skr. - K. Dan. Vidensk. Selsk. – 1948. – Bd. V, H. 4. – P. 1–34.
27. *Трасс Х.Х.* Геоботаника. История и современные тенденции развития. – Л.: Наука, 1976. – 252 с.
28. *Koch L.F.* Index of biotal dispersity // Ecology. – 1957. – V. 38, No 1. –P. 145–148.
29. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
30. *Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D.* PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. ver. 3.08. – 2001. – URL: <http://folk.uio.no/ohammer/past>, свободный.
31. *Хамитов О.И., Тарасов Г.С., Яковлев В.А., Фролова Л.А.* Влияние сезонной динамики уровня воды на макрозообентос литоральных участков Куйбышевского водохранилища в районе пос. Старое Аракчино (г. Казань) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2014. – Т. 156, кн. 3. – С. 58–66.
32. *Тарасов Г.С., Хамитов О.И., Фролова Л.А., Беляев А.Н.* Сообщества макрозообентоса литоральных участков Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Вода: химия и экология. – 2015. – Вып. 5. – С. 35–40.
33. *Яковлев В.А., Ахметзянова Н.Ш., Яковлева А.В.* Сообщества макробеспозвоночных различных типов биотопов прибрежных мелководий Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Поволжский экол. журн. – 2012. – № 3. – С. 347–355.
34. *Яковлев В.А., Яковлева А.В.* Полихета *Nuana invalida* (Polychaeta: Ampharetidae) в Куйбышевском водохранилище: распределение, размерно-весовые характеристики // Рос. журн. биол. инвазий. – 2010. – № 1. – С. 44–55.
35. *Mackey A.P.* Emergence pattern of three species of *Caenis* Stephens (Ephemeroptera: Caenidae) // Hydrobiologia. – 1978. – V. 58, No 3. – P. 277–280.
36. *Саулич А.Х., Мусолин Д.Л.* Сезонное развитие водных и околководных полужесткокрылых насекомых (Heteroptera). – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. – 203 с.

Поступила в редакцию
11.11.15

Тарасов Григорий Сергеевич, аспирант кафедры зоологии и общей биологии

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: gregtar@yandex.ru

Хамитов Оскар Исламович, аспирант кафедры зоологии и общей биологии

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: h-oskar@mail.ru

Фролова Лариса Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и общей биологии

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: Larissa.Frolova@kpfu.ru

**Characterization of Littoral Macrozoobenthos Communities
of the Kuybyshev Reservoir in the Area of Kazan**G.S. Tarasov^{*}, O.I. Khamitov^{**}, L.A. Frolova^{***}

Kazan Federal University, Kazan, 420008 Russia

E-mail: ^{*}gregtar@yandex.ru, ^{**}h-oskar@mail.ru, ^{***}Larissa.Frolova@kpfu.ru

Received November 11, 2015

Abstract

Seasonal fluctuations in the species composition and quantitative indices of benthic communities in the littoral zone of the Kuybyshev Reservoir were investigated near the village of Staroe Arakchino in the summer–autumn season of 2014. On the whole, 40 taxa of macrozoobenthos were identified during the period of investigation. These taxa belong to the following groups of invertebrates: the phylum of Mollusca (the classes of Bivalvia and Gastropoda), the class of Insecta (the orders of Diptera, Ephemeroptera, Odonata), and the phylum of Annelida (the classes of Oligochaeta and Hirudinea). The highest species diversity was observed for insects and mollusks species. There was a reduction in the species diversity compared to the data of a similar research performed in 2010–2013. Zoobenthos samples were characterized by the absence of some orders of insects (Trichoptera, Coleoptera larvae and adults) and Maxillopoda. The abundance and biomass indices of macrozoobenthos in 2014 were lower than the same indices in 2010–2013. Two classes of mollusks (Gastropoda and Bivalvia) formed the dominant group in abundance and biomass. The significant influence on the quantitative indices was produced by *Viviparus viviparus* (L., 1758), as well as by such invasive species as *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) and *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828).

Keywords: zoobenthos, littoral zone, Volga reach, Kuybyshev Reservoir**Figure captions**

Fig. 1. Ratio of the taxonomic groups in zoobenthic communities of the littoral zone of the Kuybyshev Reservoir.

Fig. 2. Dynamics of the abundance of mollusks inhabiting the littoral zone of the Kuybyshev Reservoir in 2014.

Fig. 3. Dynamics of the abundance of soft zoobenthos in the littoral zone of the Kuybyshev Reservoir in 2014.

References

1. Bakanov A.I. Using zoobenthos to monitor freshwater reservoirs. *Biol. Vnutr. Vod*, 2000, no. 1, pp. 69–82. (In Russian)
2. Kuybyshev Reservoir (Scientific Resource Book), Rosenberg G.S., Vykhristyuk L.A. (Eds.). Tolyatti, IEVB RAN, 2008. 123 p. (In Russian)
3. Kuybyshev Reservoir. Leningrad, Nauka, 1983. 215 p. (In Russian)
4. Butorin N.V. Abiotic factors of productivity of reservoirs. *Biologicheskie resursy vodokhranilishch* [Biological Resources of Reservoirs]. Moscow, Nauka, 1984, pp. 8–22. (In Russian)
5. Butorin N.V., Uspenskii S.M. The value of shallow waters in the biological productivity of reservoirs. *Biologicheskie resursy vodokhranilishch* [Biological Resources of Reservoirs]. Moscow, Nauka, 1984, pp. 23–40. (In Russian)
6. Furey P.C., Nordin R.N., Mazumder A. Littoral benthic macroinvertebrates under contrasting draw-down in a reservoir and a natural lake. *J. North Am. Benthol. Soc.*, 2006, vol. 25, no. 1, pp. 19–31.

7. Borisovich M.G., Yakovlev V.A. Trophic structure of zooplankton in shoals of different types of the Volga and Volga-Kama reaches of the Kuybyshev Reservoir. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2011, vol. 153, no. 2, pp. 214–227. (In Russian)
8. Novikova N.M. Ecotone “water-land” systems: Recent advances and research problems. *Problemy izucheniya kraevykh struktur biotsenozov: Materialy 2-i Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Problems of Studying of Boundary Structures of Biocenoses: Proc. 2nd All-Russian Scientific Conf. Int. Participation]. Saratov, Izd. Sarat. Univ., 2008, pp. 62–66. (In Russian)
9. Poddubnyi S.A., Sukhova E.V. Modeling the Effect of Hydrodynamic and Anthropogenic Factors on the Distribution of Hydrobionts in Aquatic Reservoirs: User’s Guide. Rybinsk, Izd. OAO “Rybinsk. Dom Pechati”, 2002. 120 p. (In Russian)
10. Borovkova T.N., Nikulin P.I., Shirokov V.M. Kuybyshev Reservoir. Kuybyshev, Kn. Izd., 1962. 89 p. (In Russian)
11. Shitikov V.K., Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V. Assessing surface water quality based on indicator zoobenthos species. *Water Resour.*, 2004, vol. 31, no. 3, pp. 323–332.
12. Shuiskii V.F., Maksimova T.V., Petrov. D.S. Bioindication of water quality, state of freshwater ecosystems, and their anthropogenic changes. *Sb. nauchn. dokl. VII mezhdunar. konf. “Ekologiya i razvitie Severo-Zapada Rossii”* [Proc. Sci. Papers of VII Int. Conf. “Ecology and Development of Northwest Russia”]. St. Petersburg, Izd. MANEB, 2002, pp. 441–451. (In Russian)
13. Popchenko V.I., Zinchenko T.D. Zoobenthos of Volga reservoirs. *Volzhskii bassein: ekologicheskaya situatsiya i puti ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Volga Basin: Ecological Situation and Ways of Sustainable Environmental Management]. Tolyatti, IEVB Ross. Akad. Nauk, 1996, pp. 65–72. (In Russian)
14. Zhadin V.I. Methods of Hydrobiological Research. Moscow, Vysshaya Shkola, 1960. 191 p. (In Russian)
15. Mikhailov R.A. Distribution of mollusks of the genus *Dreissena* in water bodies and watercourses of the Middle and Lower Volga. *Russ. J. Biol. Invasions*, 2015, vol. 6, no. 2, pp. 109–117.
16. Yakovleva A.V., Yakovlev V.A. Impact of *Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis* on structure of zoobenthos in the upper reaches of the Kuybyshev Reservoir (Russia). *Russ. J. Biol. Invasions*, 2011, vol. 2, no. 4, pp. 312–319.
17. Yakovleva A.V., Yakovlev V.A., Sabirov R.M. Zoobenthos invaders and their distribution in the upper part of the Kuybyshev Reservoir. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2009, vol. 151, no. 2, pp. 231–243. (In Russian)
18. Kurbangalieva Kh.M. Benthos of the Sviyazhsk Bay of the Kuybyshev Reservoir. *Rezul'taty kompleksnogo izucheniya fauny Sviyazhskogo zaliva Kuybyshevskogo vodokhranilishcha v period ee formirovaniya: Tem. sb.* [The Results of Comprehensive Study of the Fauna of the Sviyazhsk Bay of the Kuybyshev Reservoir in the Period of Its Formation]. Kazan, Izd. Kazan. Gos. Univ., 1965, pp. 65–85. (In Russian)
19. Lyakhov S.M. On the coastal benthos in the Kuybyshev Reservoir. *Biol. Vnutr. Vod*, 1972, no. 14, pp. 10–14. (In Russian)
20. Zinchenko T.D., Shitikov V.K. Hydrobiological monitoring as a basis of typology of small rivers in Samara region. *Izv. Samar. Nauchn. Tsentra, Ross. Akad. Nauk*, 1999, vol. 1, no. 1, pp. 118–127.
21. Life of Fresh Waters in the USSR. Moscow, Izd. Akad. Nauk SSSR, 1956, vol. 4, no. 1. 470 p. (In Russian)
22. Dolgov G.I., Nikitinskii Ya.Ya. Hydrobiological methods of research. *Standartnye metody issledovaniya pit'evykh i stochnykh vod* [Standard Methods of the Study of Drinking and Waste Waters]. Moscow, Mospoligraf, 1927, pp. 142–217. (In Russian)
23. Barton D.R., Griffiths M. Benthic invertebrates of the nearshore zone of eastern Lake Huron, Georgian Bay, and North Channel. *J. Great Lakes Res.*, 1984, vol. 10, no. 4, pp. 407–416.
24. Meire P.M., Dereu J.P.J., J. van der Meer, Develter D.W.G. Aggregation of littoral macrobenthic species: some theoretical and practical considerations. *Hydrobiologia*, 1989, vol. 175, no. 2, pp. 137–148.
25. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines. *Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur.*, 1901, Bd. 37, H. 140, S. 241–272. (In French)

26. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr. – K. Dan. Vidensk. Selsk.*, 1948, Bd. V, H. 4, S. 1–34.
27. Trass Kh.Kh. Geobotany. History and Modern Development Trends. Leningrad, Nauka, 1976. 252 p. (In Russian)
28. Koch L.F. Index of biotal dispersity. *Ecology*, 1957, vol. 38, no. 1, pp. 145–148.
29. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. Quantitative Hydroecology: System Identification Methods. Tolyatti, IEVB Ross. Akad. Nauk, 2003. 463 p. (In Russian)
30. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Ver. 3.08. 2001. Available at: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
31. Khamitov O.I., Tarasov G.S., Yakovlev V.A., Frolova L.A. The influence of seasonal water level dynamics on the littoral macrozoobenthos of the Kuybyshev Reservoir near the village Staroye Arakchino (Kazan). *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2014, vol. 156, no. 3, pp. 58–66. (In Russian)
32. Tarasov G.S., Khamitov O.I., Frolova L.A., Belyaev A.N. Macrozoobenthos cenosis of littoral areas of Volga reach of Kuybyshev Reservoir. *Voda: Khim. Ekol.*, 2015, no. 5, pp. 35–40. (In Russian)
33. Yakovlev V.A., Akhmetzyanova N.Sh., Yakovleva A.V. Macroinvertebrate communities in different types of shallow water biotopes of the Volga reach of the Kuybyshev water reservoir. *Povolzh. Ekol. Zh.*, 2012, no. 3, pp. 347–355. (In Russian)
34. Yakovlev V.A., Yakovleva A.V. Polychaete *Hypania invalida* (Polychaeta: Ampharetidae) in the Kuybyshev Reservoir: Distribution and size and weight parameters. *Ross. J. Biol. Invasions*, 2010, vol. 1, no. 2, pp. 145–151.
35. Mackey A.P. Emergence pattern of three species of *Caenis* Stephens (Ephemeroptera: Caenidae). *Hydrobiologia*, 1978, vol. 58, no. 3, pp. 277–280.
36. Saulich A.H., Musolin D.L. Seasonal Development of Aquatic and Semi-Aquatic Insects (Heteroptera). St. Petersburg: Izd. S.-Peterb. Univ., 2007. 203 p. (In Russian)

Для цитирования: Тарасов Г.С., Хамитов О.И., Фролова Л.А. Характеристика сообществ макрозообентоса литорали Куйбышевского водохранилища в районе г. Казань // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2016. – Т. 158, кн. 1. – С. 135–147.

For citation: Tarasov G.S., Khamitov O.I., Frolova L.A. Characterization of littoral macrozoobenthos communities of the Kuybyshev Reservoir in the area of Kazan. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2016, vol. 158, no. 1, pp. 135–147. (In Russian)