МАКРОЗООБЕНТОС ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н.И. Булышева, А.В. Клещенков

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
bulysheva@ssc-ras.ru, geo@ssc-ras.ru

Аннотация. Анализ экспедиционных, фондовых и ранее опубликованных данных показал, снижение видового разнообразия макрозообентоса в прибрежной зоне Цимлянского водохранилища по сравнению с восьмидесятыми годами XX века. В ряде случаев из сообществ исчезли или сократили численность оксифильные двусторчатые моллюски, а также понто-каспийские ракообразные. Согласно опубликованным данным для Цимлянского водохранилища были выделены 5 основных типов донных сообществ. По результатам наших исследований в прибрежной зоне выделено два основных типа донных сообществ. Это пелофильное сообщество *Oligochaeta-Chironomidae* и оксифильное друзовое сообщество *Dreissena polymorpha*. Биомасса организмов макрозообентоса в период исследований колебалась от 0 до 5059,27 г/м². Высокие значения биомассы были обусловлены наличием в пробах крупных особей двусторчатых моллюсков (до 95 % от суммарной биомассы на станции). Плотность поселения макрозообентоса также была неоднородна и колеблется от 0 до 74686 экз./м². Обеднение донных сообществ, возможно, связано с неустойчивым уровнем режимом, заилением значительных площадей и дефицитом кислорода в придонных слоях, являющимся следствием интенсивным развитием сине-зеленых. В работе представлена схема процессов, приводящих к деградации донной фауны Цимлянского водохранилища.

Ключевые слова: Цимлянское водохранилище, макрозообентос, пелофильное сообщество, уровень режим, заиление.

Цимлянское водохранилище – один крупнейших искусственных водоёмов России, созданный в 1952 году в русле реки Дон на территории Ростовской и Волгоградской областей в безлесной степной зоне с сильным воздействием восточных суховеев. Строительство водохранилища должно было решить ряд проблем водоснабжения, орошения и обводнения пастбищ, гидроэнергетики, транспортировки грузов, рыбного хозяйства. Однако, длительное экстенсивное развитие региона привело к загрязнению и обмельчанию водоема [1]. Колебания уровня обусловили изменение размеров акватории водохранилища и соотношения площадей мелководной и глубоководной зон, а также интенсификации испарения с мелководий [2].

Большая часть ложа Цимлянского водохранилища образована донской поймой со сложным рельефом. За истекший период с момента создания морфометрические параметры водоема значительно изменились. Уже в первые годы в прибрежной зоне активно происходили абразионные процессы, что вместе с зарегулированием Дона привело к появлению обширных заиленных площадей [3; 4]. Одним из основных факторов, определяющих интенсивность развития фауны и общий процесс продуцирования в водохранилище, является скорость заиления ложа и образования продуктивных грунтов [1]. Вместе с увеличением зон заиления и увеличением мощности донных осадков (до 1–1,5 м) происходит отложе-

ние в иловую толщу огромной массы органического вещества [3].

Кроме того, для Цимлянского водохранилища довольно остро стоит проблема эвтрофирования, следствием чего является интенсивное «цветение» водоема. Биомасса цианопрокариот во время летнего «цветения» воды в Цимлянском водохранилище составляет в среднем от 10 до 20 г/м³, а при нагонных явлениях достигает экстремальных значений 200–2000 г/м³ [5]. Разложение отмерших водорослей в придонных слоях воды сопровождается образованием анаэробных зон, где скапливается метан и сероводород, а при заиленном дне могут выделяться меркаптаны, биогенные амины типа трупных ядов, аммиак. Дефицит растворенного кислорода, как правило, снижает устойчивость гидробионтов ко многим ядам органической и неорганической природы. Если данные процессы охватывают значительную площадь водоема, то зачастую возникают заморные явления [6]. Гипоксия и аноксия в сочетании с резкими колебаниями уровня режима и заилением дна не могли ни отразиться на структуре и распределении донных сообществ Цимлянского водохранилища.

Донные сообщества прибрежной зоны Цимлянского водохранилища были исследованы в ходе комплексных береговых экспедиций в начале ноября 2011 г. и в апреле 2016 г. (рис. 1). Пробы отбирались на глубинах от 0,3 до 1,0 м модифицированным дночерпателем Петерсена с площадью захвата – 0,034 м.

Перифитон отобран методом ручного сбора с площади поверхности 0,4 м². Далее биологический материал промывался через бентосный мешок с размером ячеек 0,5 мм, фиксировался 4 % раствором формалина и помещался в пластиковый контейнер. Часть материала фиксировалась 70 %-ным спиртом. Видовое определение зообентоса и подсчет количественных показателей осуществлялся в лабораторных условиях.

Для сравнения показателей макрозообентоса прибрежной и глубоководной зон были использова-

ны фондовые данные, собранные в сентябре 2011 г. с борта НИС «Денеб» по судовому ходу дночерпателем Ван Вина с площадью захвата 0,1 м² (рис. 1). На станции №82 отмечено сероводородное заражение и признаки длительного замора.

Биотопы в прибрежной зоне были представлены (кроме ст. №2) илами и глинисто-илистыми грунтами с примесью раковинного материала. Грунт на станции №2 – крупнозернистый песок с примесью раковинного материала.

Рис. 1. Карта-схема отбора проб

Донная фауна Цимлянского водохранилища складывается в основном из двух фаунистических компонентов: это пресноводный комплекс (насекомые, олигохеты, ряд моллюсков – *Lytnaеа*, *Viviparus*, *Anodonta* и др.) и комплекс реликтовых понтокаспийских видов (*Dreissena*, *Adacna*, многие ракообразные). Двустворчатые моллюски рода *Dreissena* играют существенную роль в функционировании экосистемы Цимлянского водохранилища – как кормовые объекты для рыб-бентофагов; в формировании качества воды – как фильтраторы; как материал для формирования донных осадков.

Наиболее часто встречающимися видами

на обследованных прибрежных участках водохранилища как в 2011, так и в 2016 гг. являлись: *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Viviparus viviparus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Glossiphonia heteroclite*, *Chironomus gr. plumosus*. Все эти виды являются относительно толерантными к загрязнению вод. Среди них две группы (олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri*, как и все Tubificidae в целом, и личинки хирономид) в случае их массового развития являются индикаторами органического загрязнения. В частности, олигохетный индекс Гуднайт-Уитлея, основанный на соотношении олигохет и суммарной численности зообентоса, принимает значения 30–60 % при незначительном загрязнении

(в наших пробах около 35–45 %).

Анализ экспедиционных, фондовых и ранее опубликованных данных показал, что донные сообщества Цимлянского водохранилища претерпели ряд изменений. Ранее [3] для Цимлянского водохранилища были выделены 5 основных типов донных сообществ для разных типов донных осадков. По результатам наших исследований в прибрежной зоне можно говорить о наличии двух основных типов донных сообществ. Это, с одной стороны, пелофильное сообщество *Oligochaeta-Chironomidae* (у Мирошниченко фигурирует под названием *Limnodrillus hoffmeisteri-Chironomus plumosus*) и оксифильное друзовое сообщество *Dreissena*. **Распределение сообществ четко зависит от глубины и состава грунта.**

Биомасса организмов макрозообентоса колебалась в ноябре 2011 г. от 0 (ст. № 3) до 5059,27 г/м² (ст. № 4). Высокие значения биомассы были обусловлены наличием в пробах крупных особей двусторчатых моллюсков (до 95 % от суммарной биомассы на станции). Плотность поселения макрозообентоса также неоднородна и колеблется от 0 (ст. № 3) до 74686 экз./м² (ст. № 5).

Количественные показатели в прибрежной зоне в мае 2016 г. были несколько ниже. Биомасса колебалась от 0 (ст. № II) до 3700,21 г/м² (ст. № V), плотность колебалась от 0 (ст. № II) до 81345 (ст. № VII).

Стоит отметить, что станции № 3 (2011 г.) и № II (2016 г.), на которых в пробах не было обнаружено живых организмов макрозообентоса, локализованы

в одном районе, донные осадки представлены пелитовыми илами.

Зафиксированное в ходе береговых экспедиционных исследований (ноябрь 2011 г.) снижение уровня воды в водохранилище привело к тому, что на обмелевших участках в большом количестве отмечены недавно погибшие малоподвижные крупные особи двусторчатых моллюсков *Anodonta cygnea*, *Unio rostratus*, *U. pictorum* (10 и более экз./м²) и друзы *D. polymorpha*. Вследствие того, что при непосредственном участии этих моллюсков проходит процесс оплодотворения и развития личинки горчака обыкновенного (*Rhodeus sericeus amarus*), сокращения численности *A. cygnea*, *Unio rostratus* и *U. pictorum* может привести к некоторому снижению численности этого вида, не являющегося промысловым, но входящего в спектр питания некоторых хищных рыб.

Сравнивая видовой состав макрозообентоса, выявленный по результатам наших экспедиционных исследований в прибрежной зоне (30 видов) с опубликованными ранее данными (85 видов) [3] стоит отметить значительное его обеднение. В ряде случаев из сообществ исчезли или значительно сократили свою численность оксифильные виды двусторчатых моллюсков и понто-каспийские ракообразные.

Обеднение донных сообществ, возможно, связано с неустойчивым уровневый режимом, заилением значительных площадей и дефицитом кислорода в придонных слоях, являющимся следствием интенсивным развитием сине-зеленых (рис. 2).

Рис. 2. Процессы, приводящие к деградации донной фауны Цимлянского водохранилища

Было проведено сравнение показателей макрозообентоса прибрежных и глубоководных станций. По данным съемки с борта НИС «Денеб» в сентябре 2011 г. отмечено, что пелитовые илы были локализованы в западной части Цимлянского водохранилища, а на Приплотинном плесе зафиксированы признаки сероводородного заражения. На остальных станциях вдоль судового хода донные осадки были представлены песчаными и алевритово-песчаными грунтами с примесью раковинного материала, либо каменистыми грунтами и ракушкой (сюда были отнесены и друзовые сообщества *Dreissena*).

На большинстве глубоководных станций с пелитовыми илами отмечены исключительно Oligochaeta и Chironomidae. Наиболее богатым, как по биомассе, так и в таксономическом разнообразии, было друзовое сообщество, основу которого формировали моллюски рода *Dreissena*. Биомасса дрейссены достигала 28 кг/м². Друзовые сообщества содержали большое количество оксифильных видов (ракообразные родов *Dikerogammarus*, *Pontogammarus*, *Amatilinea*, *Corophium*, *Pterocuma* брюхоногие моллюски родов *Planorbis*, *Theodoxus*, *Viviparus*, *Lymnaea*). В пробах отмечены полихеты *Hypaniola kowalewskii*, отсутствовавшие в прибрежных пробах. Глубоководные участки Цимлянского водохранилища при общем сходстве фауны с прибрежной зоной, отличались значительным числом особей оксифильных и реофильных видов. Кроме того на ст. №79 было выделено сообщество *Dreissena* – *Monodacna* (*Hypanis*). В состав сообщества входили: *Monodacna* (*Hypanis*) *colorata* (27,05 г/м² / 36 экз./м²), *Dreissena polymorpha* (745,55 г/м² / 15459 экз./м²), *D. bugensis* (432,1 г/м² / 8402 экз./м²), *Valvata piscinalis*, *Corophium*

volutator, *Pterocuma pectinata*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, Chironomidae. Суммарная биомасса сообщества: 1204,77 г/м², численность – 25338 экз./м².

В работе [7] приведены результаты комплексных многолетних исследований, проводимых в Цимлянском водохранилище в районе продувки водоема-охладителя Ростовской АЭС. Программа работ включала изучение донных сообществ на удалении от 300 м до 3,0 км от водоема-охладителя на глубинах от 2 до 5 м. Стоит отметить, что количественные показатели, полученные по результатам наших исследований в прибрежной зоне сопоставимы с данными, приведенными в работе [7]. Средние многолетние показатели общего бентоса по [7] – 7911,8 экз./м² и 485,6 г/м²; в наших исследованиях – 8321 экз./м² и 548,97 г/м². Однако, наблюдаются отличия среди массовых видов. В наших исследованиях в прибрежной зоне на глубинах от 0,3 до 1 м не были отмечены: *Pterocuma pectinata*, *Pterocuma sowinskyi*, *Hypaniola kowalewskii*.

Можно сделать вывод, что развитие макрозообентоса в прибрежной зоне Цимлянского водохранилища определяется общими закономерностями (глубина, донные осадки, насыщение придонного слоя кислородом), количественные показатели не выходят за пределы годовых флуктуаций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41145 РГО_а «Изучение трансформации среды и биоты Цимлянского водохранилища и Нижнего Дона в условиях изменения климата» и темы НИР ЮНЦ РАН «Современное состояние и многолетняя изменчивость прибрежных экосистем южных морей России», № гос. регистрации ЦИТИС 01201363187.

Список литературы

1. Цимлянское водохранилище: состояние водных и прибрежных экосистем, проблемы и пути их решения / Отв. ред. акад. Г.Г. Матишов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 216 с.
2. Панин Г.Н., Выручалкина Т.Ю., Гречушников М.Г., Соломонова И.В. Особенности гидрологического режима Цимлянского водохранилища при климатических изменениях в бассейне Дона // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 2. С. 111–121.
3. Мирошниченко М.П. Структура и продуктивность биоценозов бентоса Цимлянского водохранилища // Сборник научных трудов ГОСНИИОРРХ. 1982. Вып. 184. С. 35–48.
4. Шохин И.В., Булышева Н.И., Головкина Е.М., Набоженко М.В. Материалы к современному состоянию макрозообентоса Цимлянского водохранилища // Цимлянское водохранилище: состояние водных и прибрежных экосистем, проблемы и пути решения. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2011. С. 42–45.
5. Калинина С.Г., Голоколенова Т.Б. Экологические аспекты «цветения» воды в Цимлянском водохранилище // Современные проблемы альгологии: Мат-лы междунар. науч. конф. и VII Школы по мор. биол. (9–13 июня 2008 г., Ростов-на-Дону). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 164–166.
6. Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Минина Л.И., Мартышева Н.А. Опасность «цветения» Цимлянского водохранилища // Электронный научный журнал «Исследовано в России». 2010. № 12. С. 170–178. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2010/012.pdf>.
7. Горская О.И., Яковлев С.В., Черешнева Л.А., Сапельников В.М. Результаты многолетнего биологического мониторинга в Цимлянском водохранилище в районе продувки водоема-охладителя Ростовской АЭС // Глобальная ядерная безопасность, 2017 №2(23), С. 7–20

MACROZOOBENTHOS OF THE COASTAL ZONE OF THE TSIMLYANSK RESERVOIR

N.I. Bulysheva, A.V. Kleshchenkov

Federal Research Centre The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences

bulysheva@ssc-ras.ru, geo@ssc-ras.ru

Abstract. Analysis of expeditionary and research collections data, publishing showed a decrease in the species diversity of macrozoobenthos in the coastal zone of the Tsimlyansk reservoir compared to the eighties of the twentieth century. In some cases, oxyphilic bivalve mollusks, as well as Ponto-Caspian crustaceans and disappeared from the communities or reduced their density. According to the published data for the Tsimlyansk reservoir, five main types of bottom communities were identified in different types of bottom sediments. Based on the results of our studies, two main types of benthic communities have been identified. This is the pelophilic community of Oligochaeta-Chironomidae and the oxyphilic drusen community of *Dreissena polymorpha*. The biomass of the macrozoobenthos organisms during the study period ranged from 0 to 5059.27 g / m². High values of biomass were due to the presence in the samples of large specimens of bivalve mollusks (up to 95 % of the total biomass at the station). The density of the macrozoobenthos settlement was also inhomogeneous and ranges from 0 to 74686 ex/m². The decrease of the macrozoobenthos communities' types may be due to the unstable level regime, the siltation of significant areas and the deficit of oxygen in the bottom layers, which are the consequence of the cyanobacterial blooms. In article the scheme of processes leading to degradation of the bottom fauna of the Tsimlyansk reservoir is presented.

Keywords: The Tsimlyansk Reservoir, macrozoobenthos, pelophilic community, level regime, siltation

References:

1. Tsimlyanskoye vodokhranilishche: sostoyaniye vodnykh i pribrezhnykh ekosistem, problemy i puti ikh resheniya [The Tsimlyansk Water Reservoir: the Conditions of Water and Coastal Ecosystems, the Problems and the Ways of their Solution] / Managing Editor Academician G.G. Matishov. – Rostov-on-Don: Publishing of the Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 2011. 216 p. (In Russian).
2. Panin G.N., Vyruchalkina T.Y., Grechushnikova M.G., Solomonova I.V. Specific features of the hydrological regime of the Tsimlyansk Reservoir under climate changes in the Don basin // Water Resources. 2016. T. 43. № 2. P. 249–258. (In English).
3. Miroshnichenko M.P. Structure and productivity of benthic biocenosis of the Tsimlyansk reservoir // Sbornik trudov Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'sogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaystva [Collected Works of the State Research Institute of Lake and River Fish Economy]. 1982. I. 184. P. 35–48. (In Russian).
4. Shokhin I.G., Bulysheva N.I., Golovkina E.M., Nabozhenko M.V. The materials of the modern state of the macrozoobenthos of the Tsimlyansk reservoir // Tsimlyanskoye vodokhranilishche: sostoyaniye vodnykh i pribrezhnykh ekosistem, problemy i puti ikh resheniya [The Tsimlyansk Water Reservoir: the Conditions of Water and Coastal Ecosystems, the Problems and the Ways of their Solution] – Rostov-on-Don: Publishing of the Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 2011. P. 42–45. (In Russian).
5. Kalinina S.G., Golokolenova T.B. Ecological aspects of “flowering” of water in the Tsimlyansk reservoir // Sovremennyye problemy algologii: Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii i VII Shkoly po morskoy biologii [Modern Problems of Algology: Materials of the International Scientific Conference and the VII School of Marine Biology] (June 9–13, 2008, Rostov-on-Don). – Rostov-on-Don: Publishing of the Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 2008. P. 164–166. (In Russian).
6. Nikanorov A.M., Horuzhaya T.A., Minina L.I., Martysheva N.A. The danger of algal bloom Tsimlyansk reservoir // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Issledovano v Rossii». 2010. № 12. S. 170–178. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2010/012.pdf>. (In Russian).
7. Gorskaya O.I., Yakovlev S.V., Cheresheva L.A., Sapelnikov V.M. Results of Long-Term Biological monitoring in the Tsimlyansk Reservoir in the cooling pond purge of the Rostov Nuclear power plant // Global'naya Yadernaya Bezopasnost', № 2(23) 2017. P. 7–20. (In Russian).