

Введение На территории Республики Татарстан разведано 43 месторождения песчано-гравийных смесей (ПГС), разрабатывается в настоящее время 22. На их основе организовано производство и обеспечены практически полностью потребности республики в обогащенной песчано-гравийной смеси [1]. При этом добыча производится возле крупных городов для обеспечения строительства и намыва городских территорий, причем глубина русловых карьеров намного больше глубины плесовых лощин [2]. Несмотря на положительный экономический эффект, добыча ПГС оказывает определенное воздействие на экосистему водного объекта, как его гидрологические, гидрохимические характеристики, так и биологические компоненты, включая состояние кормовой базы рыб, условия их нереста и в конечном итоге состояние всего рыбного стада. Целью работы было проанализировать основные структурные показатели гидробиологических сообществ для оценки кормности водоема в районе месторождений ПГС на Куйбышевском водохранилище и оценить степень воздействия на гидробиоценозы от добычи ПГС. Материал и методы

Исследования проводились в районе месторождений НСМ Камского и Волжско-Камского плесов Куйбышевского водохранилища в течение вегетационного периода 2007, 2008 и 2010 гг. Добыча НСМ осуществлялась земснарядом типа «Прага». Всего обследовано 5 месторождений: Березовское (д. Березовка), Вандовское (д. Вандовка), у н.п. Берсут, месторождение «Старая Кама» (н.п. Лаишево), месторождение «Рыбнослободское» (н.п. Рыбная Слобода). На каждом месторождении отрабатывалось 3 вертикали по 3 станции на каждой: вне зоны работы земснаряда – контроль (1 вертикаль), ниже земснаряда на 100 м (2) и 500 м ниже работы земснаряда (3). На каждой станции отбирались пробы фитопланктона, зоопланктона, зообентоса. Сбор и обработка гидробиологических проб проведены в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методиками [3]. Для характеристики гидробиологических сообществ использовали видовой состав, численность и биомассу. Для установления кормности данного участка водоема использовали индекс кормности [4]. Параллельно с гидробиологическими, на месторождениях «Старая Кама» и «Рыбнослободское» в 2008 и 2010 гг. соответственно проводились гидрологические исследования. Осуществлялись промеры глубин, измерялись скорости течения и оценивалась мутность воды. Измерения мутности воды проводились на фоновых участках (в 1000 м метрах выше земснаряда и в 1000 ниже него), а также в зоне производственной деятельности по добыче НСМ. Всего на Рыбнослободском месторождении было отобрано 11 проб на определение мутности объемом 1л, на месторождении «Старая Кама» - 30 проб. Результаты и их обсуждение Гидрологические условия Гидрологические условия в Камском плесе характеризовались высокой скоростью течения. Преобладающая скорость течения по Камскому гидродинамическому участку составляет 15-30см/с [6]. Температура воды в период исследований составляла

160С. Глубины в районе месторождений составляли 11- 16 м. Грунты представлены крупнозернистыми песками с примесью гравия. Гидрологические условия Волжско-Камского плеса были схожими в оба периода наблюдений. Скорость течения была низкой - 0,24-0,26 м/с, а на участке около н.п. Лаишево отмечена практически стоячая вода. Незначительная скорость течения в поверхностном слое воды была вызвана ветровым воздействием на водную поверхность. Температура воды была одинакова на всех горизонтах (поверхность, середина, дно) и составляла 20,6-21,70С. Такая гидрологическая ситуация вполне характерна для Куйбышевского водохранилища в данный период времени [5]. Глубины в районе исследований варьировали от 9,36 до 16,15 м. Грунты в районе н.п. Лаишево представляют собой песчанистую глину с включениями окатного мелкого гравия (7-10 мм) и ракушечника (до 15 мм). В районе Рыбной Слободы грунты представлены песками с галечником, частично заилены. Анализ результатов мутности воды выявил следующее. На фоновых участках значения мутности составляли 4-18 г/м<sup>3</sup>. Мутность воды в радиусе 200-500 м от места производства работ земснаряда не отличается от фоновых значений - 11-41 г/м<sup>3</sup>. То есть, по данным направлениям мутность воды не превышает естественных показателей степени насыщения воды взвесями для Куйбышевского водохранилища в целом. Увеличение значений мутности в 3-х пробах на месторождении «Старая Кама» и в 7-ми пробах на «Рыбнослободском» месторождении до 100-257 г/м<sup>3</sup> объясняется образованием облака мутности, которое возникло в результате разработки месторождения. Поскольку фоновые значения мутности не показали какого-либо увеличения мутности, можно сделать вывод, что оседание взвешенных частиц облака мутности в период летне-осенней межени, происходит в радиусе до 1000 м. Фитопланктон В фитопланктоне Камского плёса, заполняемого камскими водами, несущими в основном диатомовый фитопланктон, и по численности, и по биомассе преобладают диатомовые водоросли. В период исследований основу фитоценотической структуры планктонных сообществ Камского плеса создавали диатомовые и зеленые водоросли, которые являются ведущими группами. Всего было выявлено 36 видов водорослей, относящихся к 6 отделам. Характерным для фитопланктона данного плеса являются низкие количественные показатели его развития (табл. 1), что определяется гидрологическими условиями на данном участке водохранилища. При этом численность и биомасса диатомовых водорослей составляет 77,16% и 95,07% от общей. Данные особенности развития фитопланктона, преобладание диатомовых водорослей, более низкие значения численности, чем в других районах водохранилища, отмечались в наблюдениях многих авторов [7, 8]. Фитопланктон Волжско-Камского плеса характеризуется в период исследований более высокими количественными характеристиками при снижении видового разнообразия. Здесь было выявлено 25 видов водорослей, относящихся к 4 отделам. Основу фитоценотической структуры планктонных

сообществ создают синезеленые и диатомовые водоросли, которые являются ведущими группами. На долю этих групп приходилось на разных участках до 55-56 % общей численности. Количественные показатели развития фитопланктона различались на разных участках данного плеса. В районе месторождения «Рыбнослободское» эти характеристики изменялись от 289,1 до 2262,94 тыс.кл./л и от 0,12 до 4,3 мг/л, составляя в среднем соответственно 2535,7 тыс.кл./л и 2,03 мг/л. Участок плеса в районе месторождения «Старая Кама» характеризуется высокими значениями развития фитопланктона. Численность здесь варьировала от 2520,0 до 160156,5 тыс.кл./л, биомасса – от 2,92 до 33,3 мг/л, составляя в среднем 33208,6 тыс.кл./л и 13,26 мг/л (табл. 1). Высокие значения биомассы указывают на «цветение воды», которое было связано с массовым развитием синезеленых водорослей. Зоопланктон В зоопланктоне Камского плеса Куйбышевского водохранилища было обнаружено 16 видов организмов зоопланктона. Основу зоопланктонного сообщества составляли коловратки, на долю которых приходилось до 65 % численности и биомассы. Структурообразующий комплекс видов представлен видами *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Eurytemora lacustris* Poppe, 1887, *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766. В целом же для данного плеса характерны относительно высокие значения численности и низкие значения биомассы зоопланктона (табл. 1). По уровню развития зоопланктона данный участок Камского плеса относился к малокармным (средняя биомасса 0.55 – 0.67 г/м<sup>3</sup>). Таблица 1 - Количественные показатели зоопланктона и фитопланктона (в скобках) Участок 1 2 3 п. Берсут 77,54(1,25) 0,55(1,40) 67,18(0,56) 0,49(0,79) 69,89(1,71) 0,62 п.Вандов- ка 53,6 0,34 35,6 0,30 36,5 0,29 п.Березо- ка 140,2(4,39) 1,04(4,59) 104,3(2,81) 0,68(2,94) 130,9(3,51) 0,29(3,67) п.Лаише -во 16,21(61,83) 0,05(17,6) 14,26(10,39) 0,03(11,2) 19,91(27,40) 0,07(11,0) п.Рыбная Слобода 30,86(2,49) 0,10 (2,17) 14,39(2,08) 0,07(1,54) 26,77(3,03) 0,14(2,37) В числителе – численность, тыс.экз./м<sup>3</sup> (млн.кл/л), в знаменателе – биомасса, мг/м<sup>3</sup> (г/м<sup>3</sup>). В Волжско-Камском плесе в составе зоопланктона был обнаружен 21 вид беспозвоночных, также встречались науплиальные и копепоидитные стадии веслоногих ракообразных. В качественном и количественном отношении преобладали коловратки. В целом, Волжско-Камский плес характеризовался низкими значениями численности и биомассы зоопланктона (табл. 2), по уровню кормности относился к малокармным (средняя биомасса 0.05-0.10 г/м<sup>3</sup>). Полученные нами результаты по развитию зоопланктона в Камском и Волжско-Камском плесах и вполне сопоставимы с ранее опубликованными данными [9]. В частности отмечается, что численность зоопланктона водохранилища не очень высока (в среднем 43,33 тыс. экз/м<sup>3</sup>). Зообентос Донные беспозвоночные являются одним из звеньев в трофической цепи водных экосистем, важным компонентом кормовой базы многих видов рыб. Развитие зообентосных организмов зависит в первую очередь от структуры дна водоема, слагающих его грунтов, а также гидрологических и

гидрохимических характеристик водоема. Как указывалось выше, грунты Камского плеса в районе исследований были представлены крупнозернистым песком с примесью мелкого галечника. Такие грунты и высокая скорость течения в русловой части - мало пригодные условия для развития бентосных организмов. Видовое разнообразие зообентоса на этом участке очень низкое, здесь обнаружено всего 7 видов гидробионтов - моллюски и ракообразные. Основу зообентосного сообщества составляют двустворчатые моллюски из рода *Dreissena*. Зообентосное сообщество данного участка типично для русловой фауны крупных рек. Количественные характеристики зообентоса также низкие (табл. 2), основная доля численности и биомассы зообентоса приходится на моллюсков (до 88 %). По степени кормности исследованный участок по показателям зообентоса относился к среднекормным. Грунты Волжско-Камского плеса имеют более мелкозернистую структуру с частичным наилением. Бентосная фауна была представлена здесь пело-реофильным комплексом и насчитывала 20 видов. Доминирующий комплекс представлен широко распространенными в водохранилище видами: *D. polymorpha* Pallas, 1771, *Hypania invalida* Grube, 1866, *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, видами рр. *Chironomus* и *Procladius*. Количественные показатели зообентоса достаточно велики (табл. 2). Средняя численность на данном участке составляла 1382.2 - 3751.1 экз./м<sup>2</sup>, биомасса - 286.36 - 661.30 г/м<sup>2</sup>. При этом основная доля численности и биомассы бентоса приходилась на моллюсков, и в частности на *D. polymorpha* - 50.7 % общей численности и 74 % общей биомассы. По степени кормности исследованные участки по показателям зообентоса характеризовались как высококормные.

Таблица 2 - Количественные показатели зообентоса Куйбышевского водохранилища

| Участок                            | 1      | 2     | 3     | п. Берсут | п. Вандовка | п. Березовка | п. Лаишево | п. Рыбная Слобода |
|------------------------------------|--------|-------|-------|-----------|-------------|--------------|------------|-------------------|
| Численность (экз./м <sup>2</sup> ) | 119.7  | 5.93  | 13.3  | 0.17      | 26.6        | 2.65         | 5493.3     | 3280.0            |
| Биомасса (г/м <sup>2</sup> )       | 133.0  | 6.94  | 119.7 | 4.4       | 133.0       | 3.10         | 1056.5     | 858.2             |
| Численность (экз./м <sup>2</sup> ) | 119.7  | 3.12  | 39.9  | 3.16      | 119.7       | 3.70         | 1986.7     | 400.0             |
| Биомасса (г/м <sup>2</sup> )       | 3773.3 | 509.5 | 466.7 | 0.32      | 417.9       | 3773.3       | 417.9      | 0.77              |

В числителе - численность (экз./м<sup>2</sup>), в знаменателе - биомасса (г/м<sup>2</sup>). Данные характеристики зообентоса Камского и Волжско-Камского плеса согласуются с полученными ранее результатами [10], где также указывается на низкие значения численности и биомассы зообентоса Камского плеса и относительно высокие - Волжско-Камского. Влияние работы земснаряда на гидробиоценозы При проведении гидромеханизированных работ по добыче НСМ с использованием земснаряда в большинстве случаев происходит разрушение речной экосистемы и резкое ухудшение условий воспроизводства рыбных ресурсов [11]. Анализируя полученные нами результаты по влиянию добычи НСМ на гидробиоценозы Куйбышевского водохранилища, было выявлено следующее. В зоне работы земснаряда (100 м ниже) происходит снижение количественных характеристик гидробиоценозов на всех изученных месторождениях (табл. 1, 2). На участке ниже земснаряда на 500 м количественные показатели частично

восстанавливаются и практически достигают контрольных значений. Сопоставляя численность гидробиоценозов и мутность (рис. 1), видно, что в зоне увеличения мутности (точка 2) численность всех групп снижается. Рис. 1 - Динамика мутности воды (M) и численности гидробиоценозов (N): а) фитопланктон; б) зоопланктон; в) зообентос. При снижении мутности численность фито- и зоопланктона восстанавливается. Численность зообентоса при этом остается на низком уровне. Таким образом, в зоне работы земснаряда снижение численности фитопланктона происходит в  $2.2 \pm 1.1$  раза, зоопланктона - в  $1.4 \pm 0.2$ , зообентоса - в  $5.2 \pm 1.8$  раза. Корреляционный анализ выявил отрицательную зависимость между численностью фитопланктона, зоопланктона и зообентоса и мутностью ( $r = -0,87$ ,  $r = -78$ , и  $r = -96$ ,  $p = 0,05$ ). Бентосное сообщество испытывает большее негативное воздействие от работы земснаряда, а его восстановление происходит медленными темпами, поскольку бентосные беспозвоночные имеют длительные жизненные циклы. Так, по данным ФГБУ «УГМС Республики Татарстан», на Камском плесе, ниже г. Набережные Челны, где ведется постоянная добыча ПГС, зообентос отсутствовал вообще и такая ситуация наблюдалась в течение последних двух лет [12]. О негативном воздействии от добычи ПГС отмечалось в ряде работ. При разработке карьеров ПГС уничтожаются нерестилища и сокращается численность ихтиофауны. В зоне мутных вод резко увеличивается вероятность болезней у рыб. Указывается также, что работы по добыче ПГС могут сопровождаться появлением в воде захороненных в осадках токсических веществ и гибелью значительной части кормовых организмов. Повышение мутности в районах добычи грунта ведет к засорению фильтрующих и пищеварительных органов водных организмов, сокращению их видового состава, замедлению роста, численности и биомассы. Установлено, что в зоне работы земснаряда происходила гибель почти 80 процентов кормовых организмов и личинок рыб [13]. Проведенные нами исследования в районе проведения работ по добыче ПГС, показали, что последние оказывали негативное воздействие на экосистемы Куйбышевского водохранилища, связанное, прежде всего, со снижением численности гидробионтов в зоне мутности.