

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования «Детский эколого-биологический центр» городского округа город Уфа Республики Башкортостан

Муниципальное автономное образовательное учреждение «Центр образования № 35» городского округа город Уфа Республики Башкортостан

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ОЗЁР ПО ОРГАНИЗМАМ ЗООБЕНТОСА (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА АРХИМАНДРИТСКОЕ)

Выполнила обучающаяся МБОУ ДО
ДЭБЦ,
МАОУ «Центра образования № 35»
Кузнецова Алиса Сергеевна
Руководители: педагог-организатор
МБОУ ДО ДЭБЦ **Полякова**
Татьяна Владимировна,
учитель биологии МАОУ «ЦО
№35» **Ильсова Светлана**
Анатольевна

Уфа - 2019

СОДЕРЖАНИЕ	СТР.
Введение	3
1. Характеристика бентофауны озер Южного Урала	4
1.1. Озеро как водный объект	4
1.2. Особенности зообентоса озёр	5
1.3. Зообентос озер, расположенных на урбанизированных территориях	6
2. Физико-географическая характеристика района исследования	8
2.1. Общая характеристика	8
2.2. Водные ресурсы	9
2.3. Характеристика озера Архимандритского	9
3. Материал и методика исследования	10
3.1. Методика отбора и обработки проб	10
3.2. Методы оценки водных объектов по организмам зообентоса	11
4. Характеристика донной фауны озера Архимандритского	12
4.1. Общая характеристика зообентоса	12
4.2. Распределение зообентоса по биотопам	14
4.3. Трофическая структура донной фауны	14
4.4. Оценка состояния озера Архимандритского по организмам зообентоса	15
Выводы	16
Использованная литература	17
Приложение	18

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время экосистемы городских водоёмов претерпевают значительные изменения, вызванные в первую очередь повышением антропогенной нагрузки. Озера, находящиеся вне зоны прямого воздействия стоков промышленных предприятий и крупных населенных пунктов, но выполняющие роль региональных очагов рекреации, также подвергаются существенным внешним воздействиям в связи с интенсификацией частного строительства в водоохранных зонах, что нередко сопровождается заметным изменением состояния водоёмов.

Пойменное озеро Архимандритское, расположенное в черте города Уфы - одно из самых популярных мест отдыха уфимцев, на его берегах расположены санатории и базы отдыха, кроме того, оно привлекает и многочисленных неорганизованных отдыхающих. На протяжении многих лет озеро Архимандритское популярно среди любителей рыбной ловли, его берега являются местом проведения практики студентов биологических факультетов вузов.

Организация систематических гидробиологических наблюдений за состоянием и изменением видовой структуры донных сообществ городских водоемов помогает обнаружить последствия загрязнений среды, степень и характер их влияния на видовой состав и количественные характеристики гидробионтов (Баканов, 2000; Новиков, 2003).

Зообентос отличается стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени, поэтому он является удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией и процессами самоочищения водных экосистем. В состав зообентоса входят наиболее долгоживущие группы гидробионтов – моллюски и олигохеты, продолжительность жизни которых достигает 6 лет, причем на их долю приходится большая доля биомассы зообентоса на многих водоемах и водотоках. Такие долгоживущие компоненты биоты являются хорошими индикаторами хронического загрязнения и устойчивости экосистемы (Шахов, 2000; Биологический контроль..., 2007).

Цель работы: провести оценку состояния городского озера Архимандритского по организмам зообентоса.

В своей работе мы старались решить следующие **задачи:**

1. Выявить качественный состав зообентоса озера Архимандритского.
2. Изучить трофическую структуру зообентоса.
3. Проследить изменение видового состава зообентоса в зависимости от характера биотопа.
4. Провести оценку состояния озера по организмам зообентоса.
5. Сравнить полученные результаты с ретроспективными данными.

1. ХАРЕКТЕРИСТИКА БЕНТОФАУНЫ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА

1.1 Озеро как водный объект

Озеро представляет собой довольно значительную водную массу, постоянно покоящуюся в замкнутом углублении на поверхности суши или медленно текущую в нем и не имеющую непосредственного сообщения с морем. Именно тем, что это «довольно значительное» скопление воды, озеро отличается от луж, болот, естественных прудов (Гареев, 2001).

Озерные котловины (озерная чаша, ложе озера) по происхождению бывают нескольких типов: провальные (или карстовые), ледниковые (или моренные), остаточные (или, реликтовые), запрудные (или плотинные), тектонические. Озерных котловин ледникового и реликтового происхождения в Башкортостане нет. По количеству на первом месте стоят запрудные озера, возникшие на месте русла реки путем естественного запрудивания ее песчаными и галечными наносами; их еще называют старицами или пойменными озерами. В предгорной части Зауралья имеется цепочка озер, котловины которых возникли в разное время в результате горообразовательных (тектонических) процессов: озера Карагайлы, Большие Учалы, Ургун, Сюптекуль, Калкан на древнем русле реки Урал, Карабалыкты, Чебакты, Яктыкуль, Суртанды на древнем русле реки Янгельки и др. Некоторые из крупных озер Предуралья (Аслыкуль, Кандрыкуль, Аккуль, Нагадак) относятся к карстовым водоемам, возникшим на месте провала поверхности земли в образовавшуюся полость. Существование многочисленных карстовых озер, озерков, воронок различной величины с водой весьма характерно для Предуралья.

Озера различаются не только по происхождению котловин, но и по питательности их вод для водных растений (первичных продуцентов), определяющей в конечном счете «урожайность» водоемов. По степени трофности (питательности) различают озера олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, эвтрофно-заморные и дистрофные (Фаткуллин, 1994; Гареев, 2001).

Небольшое число озер республики может быть признано мезотрофным, т.е. с водой средней питательности: Банное (Яктыкуль), Нагадак. Наиболее распространенный тип озер - это эвтрофные; воды их обладают высокой питательностью, поэтому в них бурно развиваются растительные и животные организмы; тому способствуют небольшие глубины (не свыше 10-15 м) и хорошее прогревание воды; это так называемые «окунево-плотвичные» и «линевые» озера.

Озера этого типа при старении переходят в группу эвтрофно-заморных водоемов. Последние имеют небольшие глубины (менее 10 м, чаще в пределах 2-5 м), с черным илом на дне; богатые растительные и животные остатки в иле зимой разлагаются, поглощая растворенный в воде кислород; к концу зимы (конец февраля-март) вода настолько обедняется кислородом, что происходит массовая гибель рыб и других водных животных от удушья. Это явление получило название «заморов». Рыболовы в этом случае говорят,

что озеро «горит». В части водоемов заморы бывают периодически, а не ежегодно (это так называемые полузаморные озера). Эвтрофно-заморных водоемов в Башкирии также довольно много. Это «карасевые» или безрыбные озера. В большинстве заморных пойменных водоемах состав рыбного населения восполняется за счет захода из рек во время половодья.

В дистрофных озерах вода богата органическими (гуминовыми) и бедна минеральными веществами, потому мало питательна или даже не питательна. Эти водоемы обычно находятся под влиянием кислых и мягких болотных вод, желто-бурой окраски, имеют скудную растительность и фауну (Экология водоемов..., 1998).

1.2. Особенности зообентоса озёр

Население дна водоемов называется бентосом («benthos» – «глубина»). В зависимости от образа жизни в бентосе выделяют 6 групп: передвигающиеся, лежащие на поверхности дна, закапывающиеся, сверлящие, бентонектические, т. е. способные отрываться от грунта и некоторое время плавать в толще воды, и, наконец, прикрепленные организмы. В последней группе выделяют перифитон («peri» – вокруг, «phyton» – растение). К перифитону относят совокупность микроскопических растительных и животных организмов, ведущих прикрепленный образ жизни на различном субстрате, в том числе на растениях. Наибольшее значение в бентосе имеют лито-, аргило-, псаммо- и пелофильные формы.

Литофильные организмы населяют каменистый грунт, к ним относятся губки и мшанки, ресничные черви, олигохеты и пиявки, личинки симулиид, ручейников, поденок, веснянок, хирономид и других насекомых, моллюски *Dreissena polymorpha*.

Аргиллофильные организмы, населяют глинистые грунты, представлены главным образом роющими животными.

Псамофильные организмы населяют песчаные грунты. Обычно мелкие и среднеразмерные организмы - олигохеты, личинками хирономид, высшие ракообразные, некоторые моллюски.

Пелофильные организмы обитают на илистых грунтах. Представлены олигохетами, личинки хирономид, многими двустворчатыми и брюхоногими моллюсками. В зарослях водных растений образуются фитофильные группировки, биомасса и видовое разнообразие которых отличаются высокими показателями.

Пойменные озера по сравнению с реками биотопически однообразнее. Здесь практически отсутствуют жители текучих вод. Бентос в видовом отношении также беднее. В озерах этого типа присутствуют два основных биотопа - прибрежье (литораль) и центральная часть (профундаль).

Прибрежье ограничивается в основном глубинами до 3 м. Грунт представлен темными илами с примесью мелкого и крупного детрита, иногда песка и глины. Литораль покрыта, как правило, зарослями растительности. Здесь обитают как типичные жители бентоса, так и те, которые селятся на

растениях. Последних особенно много в грунтах побережья в весеннее и осеннее время, когда макрофиты не развиты. Облик сообществ бентических беспозвоночных здесь определяют олигохеты, личинки хирономид, стрекоз, ручейников, вислокрылок, клопы, жуки (Березина, 1984; Экология водоемов..., 1998).

Центральная часть озер характеризуется максимальными глубинами и отсутствием макрофитов, доминируют темно-серые илы с примесью мелкого детрита, песка, а в некоторых озерах здесь преобладает песчаный грунт. В этой части озера формируются зоокомплексы с доминированием хаборуса, олигохет и некоторых хирономид, в видовом отношении более бедные по сравнению с побережьем. Для примера можно отметить, что в побережье эвтрофно-заморного озера Б. Толпак (Кармаскалинский район) обитает 50 видов - представителей бентоса, а в центральной его части - всего 12 видов (Экология водоемов..., 1998).

1.3. Зообентос озер, расположенных на урбанизированных территориях

Изучению бентофауны озер на Южном Урале и сопредельных территориях уделяется довольно большое внимание. На территории республики исследованию донной фауны водоемов посвящены многие работы доцента кафедры зоологии БашГУ В.Г. Боева.

Так с мая по сентябрь 1978 г., а также в марте 1979 г. им было проведено изучение видового состава и структуры экологических группировок личинок хирономид эвтрофно-заморного озера Архимандритское, которое расположено в окрестностях города Уфы. Всего обнаружено 24 вида и формы хирономид, в т. ч. из п/сем. *Chironominae* – 15, *Tanypodinae* – 5, *Orthoclaadiinae* – 4. Из общего числа видов, 5 составляют группу часто, 8 – обычно, 11 – редко встречающихся видов. Средняя численность составила 21 экз./м² при биомассе 50,2 мг/м² (Боев, 1983).

В 2003-2004 гг. Кондровой Л.В. было проведено изучение зообентоса озера Долгое. В составе бентофауны озера выявлено 42 вида водных беспозвоночных из пяти классов животного мира: олигохет – 2 вида, пиявок – 2, брюхоногих моллюсков – 4, двустворчатых моллюсков – 2, насекомых – 32 вида. Максимальная встречаемость характерна для личинок двукрылых.

На глинистом грунте в прибрежной части оз. Долгое формируется типичное для литорали пойменных озер хирономидно-моллюсковое сообщество. В центральной части озера формируется специфическое бентосное сообщество, в котором преобладают эвриоксибионтные виды.

Трофическая структура бентосного сообщества в литорали характеризуется разнообразием типов питания, а в профундали преобладают виды, питающиеся недифференцировано. Оценка качества воды озера по организмам зообентоса показала, что состояние литоральной зоны озера оценивается как мезосапробное, а состояние центральной части – как α-мезосапробное (Кондрова, 2005).

В составе бентофауны озера Теплое, расположенного в Калининском

районе г. Уфы выявлено 29 видов водных беспозвоночных из семи классов животного мира: олигохет – 3 вида, пиявок – 1, двустворчатых моллюсков – 3, брюхоногих моллюсков – 5, насекомых – 17 видов. Наибольшая встречаемость в прибрежной зоне озера характерна для олигохет; группу обычно встречающихся составили 8 видов, а остальные встречались редко. В литоральной зоне озера было обследовано 3 биотопа, которые выделялись согласно типу грунта. В составе сообщества песчаного грунта выявлено 14 видов беспозвоночных. Среднесезонная численность беспозвоночных составила 231,4 экз/м², а биомасса – 5,19 г/м².

Анализ структуры сообщества, формирующегося на заиленной гальке, показал, что наиболее часто встречающиеся беспозвоночные на этом биотопе – олигохеты, а также личинки стрекоз и поденок. На заиленной гальке в литоральной зоне озера Теплое формируется олигохетно-моллюсковое сообщество.

На илистом грунте в прибрежной зоне озера зарегистрировано 15 видов беспозвоночных, анализ видового состава зообентоса и расчет индекса доминирования показал, что на илистом грунте в прибрежной части озера формируется сообщество с явным доминированием олигохет.

Таким образом, в озере Теплое происходит замена характерных для литорали пойменных озер хирономидно-моллюсковых (на песчаном грунте) и хирономидно-поденковых (на галечном) сообществ олигохетными, что является признаком термофикации. Количественные характеристики донных сообществ озера не испытывали резких колебаний в течение сезона. Подобное явление характерно для водоемов-охладителей, в которых «сдвинуты» гидробиологические сезоны, а основной прирост численности и биомассы обеспечивают олигохеты (Островская, Федосеев, 2009).

При анализе зообентоса пойменного озера Шамсутдин, старицы в левобережной пойме реки Белая, на севере Бирского района (Гареев и др., 2013) встречены представители 5 классов беспозвоночных: олигохеты (*Oligochaeta*), пиявки (*Hirudinea*), брюхоногие моллюски (*Gastropoda*), двустворчатые моллюски (*Bivalvia*) и насекомые (*Insecta*). Наибольшее многообразие отмечено для личинок и имагинальных стадий насекомых, среди которых выявлены представители отрядов стрекозы (*Odonata*), подёнки (*Ephemeroptera*), ручейники (*Trichoptera*), жуки (*Coleoptera*) и двукрылые (*Diptera*). Показано, что и зообентос, и зарослевая фауна озера характеризовались крайне низким видовым разнообразием - в составе зообентоса обнаружено 9 видов беспозвоночных, а в составе зоофитоса - 15. Такое низкое разнообразие донных беспозвоночных является нетипичным для пойменных озёр.

Численность и биомасса беспозвоночных в озере оказались так же крайне низкими по сравнению с другими пойменными озёрами. Средняя численность зообентоса составила 245,83 экз/м², а биомасса - 30,10 г/м², причём наибольший вклад в биомассу зообентоса вносят крупные двустворчатые моллюски, которые встречаются единично и относятся к

«жесткому» (некормовому) бентосу. Состояние водоёма по организмам зообентоса в настоящее время оценивается как β -мезосапробное с наметившимся переходом к α -мезосапробному (Гареев и др., 2013).

Козловой В. (2011) были проведены комплексные исследования чистоты водоемов Республики Башкортостан по макрофитам и макрозообентосу. Были обследованы 6 озер: материковые Асылыкуль, Кандрыкуль, Упканныкуль, и озера в черте города Уфы: Архимандритское, Глубокое, Кустаревское. В озерах башкирского Предуралья обнаружено 37 видов макрофитов: гидрофитов – 17 видов, гелофитов – 3 вида, гигрогелофитов – 17 видов. Из них в озере Архимандритском зарегистрировано 18 видов макрофитов. Средняя величина сапробности исследованных биоценозов по Кнёппе имеет только положительное значение, поэтому все озера относятся к β -мезосапробным. Значение индекса сапробности по Пантле и Букку во всех озерах колебалось от 1,7 до 1,9, что подтверждает β -мезосапробность озер. Что касается зообентоса, то в озере Архимандритском было найдено 16 видов донных беспозвоночных.

Султанова Р. (2014) проводила комплексную оценку озера Архимандритское. Видовой состав макрофитов был представлен 31 видом: гидрофитов – 14 видов, гелофитов – 5 видов, гигрогелофитов – 12 видов. К растениям, нуждающимся в охране, были отнесены сальвиния плавающая, кувшинка белая, кубышка желтая. Видовой состав донных беспозвоночных был представлен 15 видами.

Таким образом, среди общих закономерностей изменения структуры зообентоса под влиянием сильного антропогенного загрязнения можно отметить уменьшение численности и биомассы большинства таксономических групп зообентоса (вплоть до полного исчезновения ряда таксонов), уменьшение его видового разнообразия (Константинов, 1986; Безматерных, 1999, 2005).

2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика

Город Уфа расположен на востоке Русской равнины в пределах Прибельской холмисто-увалистой равнины. Абсолютные отметки колеблются от 80-85 (урезы рек Белой и Уфы) до 200-212 м (районы старой Уфы, парка М. Гафури, междуречье Белой и Шугуровки).

Основная часть города (жилая и промышленная) находится в пределах так называемого «Уфимского полуострова» (Бельско-Уфимская водораздельная равнина). Микрорайоны Дема, Сипайлово, Затон, Кооперативная поляна и другие, расположены в долине рек Белой, Уфы и Демы. «Уфимский полуостров» от долин Белой и Уфы повсеместно отделяется крутым уступом высотой в 50-100 м. Ширина «полуострова» колеблется от 2-2,5 км в центральной части (район Лихачевской излучины) до

5-7 км в северной и южной частях города, а протяженность его (с севера на юг) составляет около 30 км.

Водоразделы сложены легкоразмываемыми породами, поэтому изрезаны глубокой овражно-болотной сетью и сложены карстовыми формами рельефа. Речные долины хорошо выработаны и представлены всеми формами эрозионного и аккумулятивного рельефа. Когда-то территория была покрыта лесами, в настоящее время район густо заселен, покрыт сетью железных и автомобильных дорог. Здесь расположен крупный научный, культурный и промышленный центр – город Уфа – столица республики Башкортостан (Турикешев, 2000).

2.2. Водные ресурсы

Водотоки на территории города представлены тремя крупными реками: Белой, Уфой и Демой. Основной рекой является р. Белая, а остальные – ее притоки.

Режим рек характеризуется высоким весенним половодьем и низким – осенней меженью, часто нарушаемой дождевыми паводками. Половодье начинается в первой декаде апреля. Вода во время половодья поднимается в этих реках на 5-8 м выше меженного уровня. Замерзание рек происходит в середине ноября, весенний ледоход бывает ежегодно только на Белой. Толщина льда в реках в среднем 40-60 см (Турикешев, 2000; Гареев, 2001).

Также на территории Уфы имеется большое количество озер. Все они приурочены к долинам рек и в первую очередь к их поймам. Озера извиистой, вытянутой формы, следуют параллельно речным руслам и большей частью протоками соединены между собой и рекой. В пойме реки Белой размещены следующие крупные озера: Сосновое, Березовое, Архимандритское, Сомовое, Чертово, Лавочное, Ниточка, Старица Белая, три озера под названием Ольховое и др.

На водоразделах и на речных террасах, где обнажаются карстующие породы, есть карстовые озера. Это воронки и котлованы, заполненные водой. В черте города к таким озерам относится озеро в парке Якутова – Солдатское и на территории Орджоникидзевского района – Волчок. Диаметр их водного зеркала 240-250 м (Турикешев, 2000; Гареев, 2001).

2.3. Характеристика озера Архимандритского

Озеро Архимандритское располагается на территории города Уфы, в бассейне р. Белая. Площадь зеркала – 0,78 км², длина – 6,1 км, ширина – до 130 м, средняя глубина – 2,9 м (макс. 4,5 м). Озеро-старица, образовано в породах четвертичного периода (гравий, галька, пески, суглинки и глины), котловина подковообразная; дно песчано-илистое и илистое. Проточное, весной соединяется протокой с р. Берсианка (приток р. Белая). Питается осадками атмосферными, грунтовыми и поверхностными водами. Озеро эвтрофное, заморное.

Ландшафты представлены пойменными лесами (вяз, ива, ольха, осокорь, черёмуха) и лугами (гравилат городской, дудник лесной, крапива двудомная, лабазник вязолистный, ясменник пахучий и др.). Побережье занято зарослями камыша озёрного, осоки, стрелолиста, хвоща топяного и др. По нашим наблюдениям, на озере обитают бобры, следы их погрызов встречались на деревьях в прибрежной зоне.

Архимандритское - одно из самых популярных мест отдыха уфимцев. С северо-востока расположены два санатория-профилактория: «Связист» и «Химик» (ОАО УЗЭМИК), турбазы «Черемушки», «Туба», «Авангард», «Ясная Поляна».

На протяжении многих лет озеро Архимандритское было популярно среди любителей рыбной ловли, но с недавних пор большинство из рыбаков сетует на то, что улов стал заметно меньше. По литературным данным в озере обитает около 20 видов рыб, основу уловов составляет окунь (Экология водоёмов..., 1998).

На протяжении тридцати лет на озере организуется практика студентов биологических факультетов БашГУ и БГПУ им. М. Акмуллы. Не так давно это озеро привлекло внимание уфимских археологов, потому что на его западном берегу обнаружили следы стоянки древних людей – различные черепки и керамика. (<http://tour102.ru>).

Из-за реконструкции автотрассы М5, из-за сильного захламления прибрежной зоны отдыхающими несколько лет назад съезд на озеро был закрыт. Антропогенная нагрузка на озеро резко снизилась, прекратился выпас скота в прибрежной зоне, дороги и тропинки постепенно зарастают (Султанова, 2014).

Фото и карта озера представлены в приложении 1.

3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Методика отбора и обработки проб

Материалом для данной работы послужили пробы зообентоса, проведенные летом 2018 г. на озере Архимандритском. В соответствии с общепринятыми методами отбора гидробиологических проб (Методика изучения биоценозов внутренних водоемов, 1975) было собрано 23 качественные пробы зообентоса.

Качественные пробы брались без учета площади сбора путем промывания грунта. Все точки отбора проб находились в прибрежной зоне озера, глубина отбора не превышала 0,6 м.

Отбор проб осуществлялся гидробиологическим скребком, который имел длину режущей кромки 16,5 см. Животные вымывались из пробы методом взмучивания в ведре, с последующей фильтрацией через сито из мельничного газа №48. Отмытые пробы помещались в пузырьки вместе с этикеткой. На этикетке указывалось место взятия пробы, дата, номер пробы. Организмы фиксировались 70% раствором этилового спирта. Параллельно

велись записи в полевом дневнике с характеристикой биотопа: температура воды, степень ее прозрачности, тип грунта.

Дальнейшая обработка проб проходила в комплексной экологической лаборатории ГБУ ДО РДЭБЦ. Донные организмы разбирались по группам и видам под бинокулярным микроскопом МБС-10 и микроскопом «МПС-1», для чего использовались временные препараты, приготовленные с применением глицерина. При определении видового состава гидробионтов использовали следующие пособия: Б.М. Мамаева (1972), «Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР» (1977). Сведения о характере питания беспозвоночных взяты из определителей.

Оценка встречаемости видов проводилась визуально по следующей шкале:

- редко встречающиеся (+);
- обычные (++);
- часто встречающиеся (+++).

Для характеристики фаунистических комплексов применяли коэффициент видового сходства по Серенсену (Константинов, 1979):

где:
$$S = 2c/(a + b)$$

S - коэффициент общности видового состава,

a - число видов в первом биотопе,

b - число видов во втором биотопе,

c - число видов, общих для двух биотопов.

3.2. Методы оценки водных объектов по организмам зообентоса

Для индикации качества воды по структурно-функциональным характеристикам зообентоса нами применялся ряд наиболее распространенных методов:

1. Система сапробности Кольквитца–Марссона (Макрушин, 1974), основанная на принципе, отражающем отношение гидробионтов к кислороду, т.е. их оксифильность.

Кольквитц и Марссон предложили разделить водоемы и водотоки или их отдельные зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами на поли-, мезо- (α - и β -) и олигосапробные. Авторами были предложены списки организмов, характерных для каждой из зон, по наличию или отсутствию которых можно было судить о степени загрязнения воды.

Сведения о принадлежности видов гидробионтов одной из зон сапробности мы брали из следующих источников: Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (1977), а так же с сайта www.ecograde.bio.msu.ru.

2. Индекс Майера, основанный на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. При этом организмы-индикаторы относят к одному из трех разделов, представленных в таблице 1.

Количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего – на 1. Получившиеся цифры складывают:

$$S = X*3 + Y*2 + Z*1$$

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема:

- более 22 баллов - водоем чистый и имеет 1 класс качества;
- 17-21 баллов - 2 класс качества;
- 11-16 баллов - умеренная загрязненность водоема, 3 класс качества;
- менее 11 - водоем грязный, 4-7 класс качества.

Таблица 1

Индекс Майера

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров-долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки, моллюски-живородки	Малощетинковые черви

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННОЙ ФАУНЫ ОЗЕРА АРХИМАНДРИТСКОГО

4.1. Общая характеристика зообентоса

В результате исследования зообентоса озера Архимандритского нами были обнаружены представители 33 вида донных беспозвоночных: олигохет – 1, пиявок – 3, моллюсков – 7, паукообразных – 1, стрекоз – 4, поденок – 3, клопов – 3, жуков – 2, ручейников – 2, двукрылых – 7 видов (рис.1). Распределение донных беспозвоночных по биотопам, сведения об их сапробности и характере питания представлены в таблице 2.

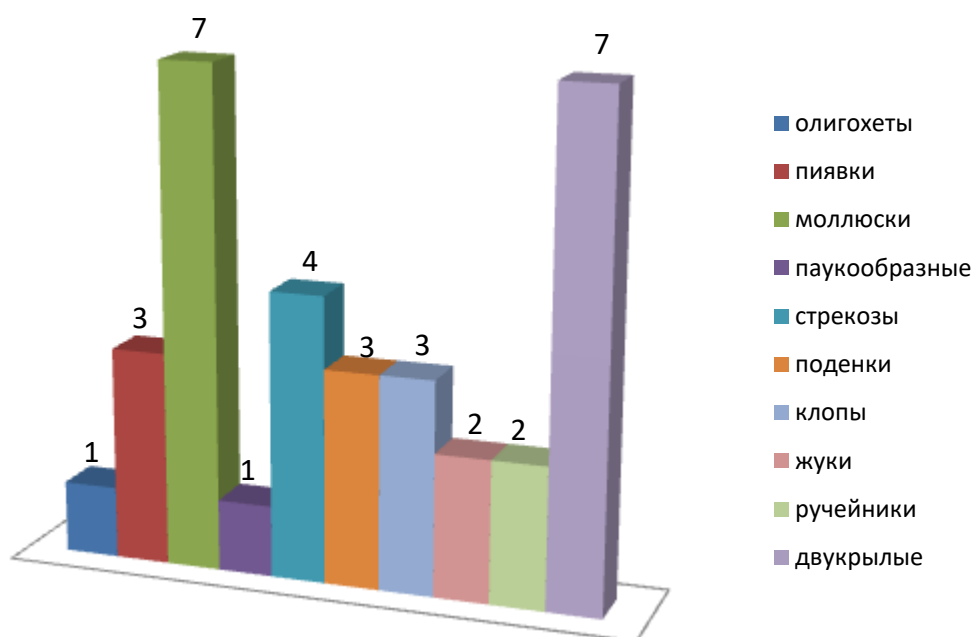


Рис.1. Состав зообентоса озера Архимандритского

Таблица 2

Видовой состав донной фауны оз. Архимандритское

№	Виды беспозвоночных	Биотопы		Тип питания/сапробность
		Илистый грунт	Заросли макрофитов	
Класс Олигохеты – Oligochaeta				
1	Oligochaeta gen. sp.	+	–	Детритофаг/-
Класс Пиявки – Hirudinea				
2	Herpobdella octoculata (L.)	+	+	Зоофаг/
3	Glossiphonia complanata (L.)	+	+	Зоофаг/
4	Helobdella stagnalis (L.)	–	+	Зоофаг/ α
Тип Моллюски – Mollusca				

5	<i>Lymnaea stagnalis</i> (L.)	+	+	Эврифаг/-α
6	<i>L.ovata</i> (Drap.)	+	++	Эврифаг/ β
7	<i>L.truncatula</i> (Müll.)	–	+	Эврифаг/-
8	<i>Viviparus viviparus</i> (L.)*	–	–	Эврифаг/ -
9	<i>V. contectus</i> (Millet)	+	+	Эврифаг/-
10	<i>Bithynya tentaculata</i> (L.)	–	++	Фитофаг/
11	<i>Anisus</i> sp.	+	+	фитофаг
Класс Паукообразные - Arachnida				
12	<i>Hydrachna geographica</i> L.	–	+	Зоофаг/-
Класс Насекомые - Insecta				
Отряд Стрекозы – Odonata				
13	<i>Aeschna grandis</i> (L.)	–	+	Зоофаг/
14	<i>Sympetrum flaveolum</i> (L.)	++	–	Зоофаг/
15	<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charp.)	–	+	Зоофаг/
16	<i>Coenagrion puella</i> (L.)	–	+	Зоофаг/ β
Отряд Поденки – Ephemeroptera				
17	<i>Cloëon dipterum</i> L.	–	+++	Эврифаг/ β
18	<i>C. simile</i> (Eat.)	–	+	Эврифаг/ β
19	<i>Caenis macrura</i> Steph.	+	–	Детритофаг/ β
Отряд Клещи - Hemiptera				
20	<i>Plyocorys cimicoides</i> L.	–	+++	Фитофаг/-
21	<i>Notonecta glauca</i> L.	+	+	Зоофаг/ α
22	<i>Gerris lacustris</i> L.	–	+	Зоофаг/-
Отряд Жуки – Coleoptera				
23	<i>Hydrophilus caraboides</i> L.	–	+	Зоофаг/-
24	<i>Columbetes</i> sp.	–	+	Зоофаг/-
Отряд Ручейники – Trichoptera				
25	<i>Phryganea bipunctata</i> Retz.	+	–	Зоофаг/ β
26	<i>Anabolia soror</i> McLach.	+	–	Зоофаг/ β
Отряд Двукрылые – Diptera				
27	<i>Ablabesmyagr. monilis</i> L.	+	+	Зоофаг/ β
28	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> Kieff.	–	+	Фитофаг/
29	<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripecoveni</i> (Kieff.)	–	+	Фитофаг/ β
30	<i>Parachironomus</i> gr. <i>pararostratus</i> Lenz	–	+	Фитофаг/-
31	<i>Polypedilum nubeculosum</i> (Mg.)	+	–	Фитофаг/ α
32	<i>Cryptochironomus defectus</i> (Kieff.)	–	+	Фитофаг/ α
33	<i>Ptychoptera</i> gen.sp.	+	–	Детритофаг/-
Всего		15	25	

Примечание: * – вид обнаружен в виде пустой раковины.

4.2. Распределение зообентоса по биотопам

Биотопы в озере Архимандритском не отличались разнообразием. В литоральной зоне встречались илистые грунты, часть пространства вдоль береговой линии заросла макрофитами. Соответственно, нами были выделены 2 типа биотопов: биотоп илистого грунта и заросли макрофитов. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено среди макрофитов (табл. 2).

На илистом грунте найдено 15 видов беспозвоночных: олигохет – 1, пиявок – 2, моллюсков – 4, стрекоз – 1, поденок – 1, клопов – 1, ручейников – 2, двукрылых – 3 вида. Обычными для илистого грунта были личинки стрекозы *Sympetrum flaveolum*, а редкими – личинки хирономид.

Среди макрофитов нами найдено 25 представителей донной фауны: пиявок – 3, моллюсков – 6, паукообразных – 1, стрекоз – 3, поденок – 2, клопов – 3, жуков – 2, двукрылых – 5 видов. Чаше других встречались личинки и имаго клопов *Ptyocorys cimicoides*, поденки *Cloëon dipterum*, обычными были моллюски *Lymnaea ovata*, *Vithunya tentaculata*. Редкими были находки пиявки *Helobdella stagnalis*, а также личинок хирономид.

Анализ коэффициентов фаунистического сходства показал большое сходство двух биотопов (коэффициент Серенсена составил 0,40).

4.3. Трофическая структура донной фауны

Известно, что под влиянием органического загрязнения трофическая структура упрощается, формируются более простые сообщества, в которых увеличивается доля детритофагов-глотателей и видов, питающихся недифференцированно, и снижается доля хищников (Алимов, Финогенова, 1976).

В целом трофическая структура зообентоса озера Архимандритского разнообразна (рис. 2), в ней, безусловно, доминируют зоофаги (46%), за ними следуют фитофаги (24%). Несколько меньше в водоеме эврифагов – 21%. В озере преобладают виды, которые питаются дифференцированно (крупными объектами) – фитофаги и зоофаги. Детритофагов в озере немного – 9%. Эти факты могут свидетельствовать о благополучном состоянии озера (Экология водоёмов..., 1998; Баканов, 2000).

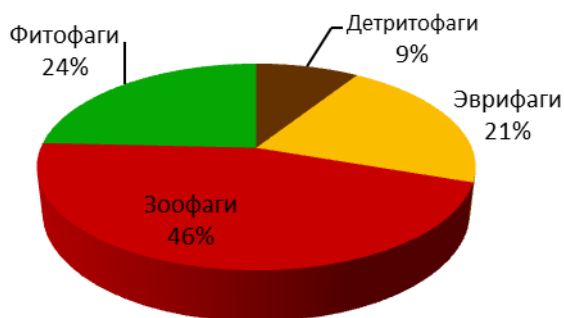


Рис.2. Трофическая структура зообентоса озера Архимандритского

4.4. Оценка состояния озера Архимандритского по организмам зообентоса

О состоянии водной среды можно судить по организмам – индикаторам сапробности. Анализ распределения индикаторных видов (табл. 3, рис. 3) выявил, что на исследованных участках наибольшее количество видов относится к организмам, не имеющим индикаторной значимости, то есть, к эврибионтным. Такая картина характерна для водных объектов, подвергающихся значительной антропогенной нагрузке (Биоиндикация..., 2007).

Таблица 3

Количество видов-индикаторов

Степень сапробности	Количество видов
β -мезосапробы	8
α -мезосапробы	5
без индикаторной значимости	20

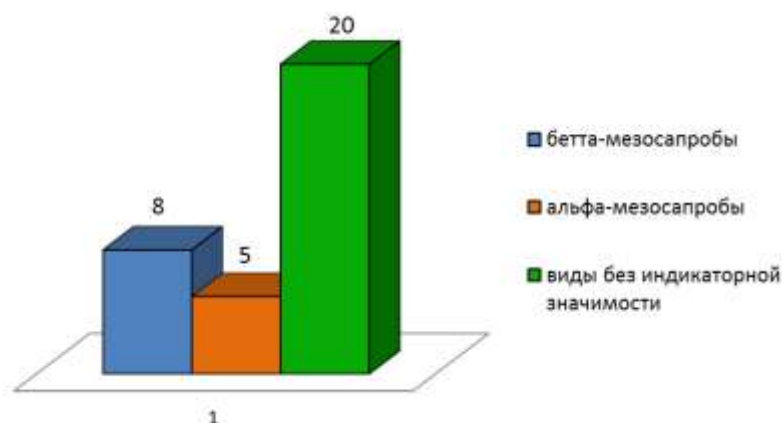


Рис.3. Представленность индикаторных видов в озере Архимандритском.

Среди выявленных видов-индикаторов лидирующая роль принадлежит организмам характерным для умеренно-загрязнённых вод (β -мезосапробов). Таким образом, по системе индикаторных видов Кольквитца и Марссона изученный водоем в целом можно отнести к умеренно-загрязненным (β -мезосапробным).

Расчет индекса Майера показал, что вода в озере Архимандритском является слабо загрязненной (2 класс качества). Значение индекса Майера равно 19. Таким образом, оба использованных индекса дают аналогичные результаты и могут быть использованы и в дальнейшем при мониторинге состояния озера.

Сравнение результатов оценки состояния озера с литературными данными (Султанова, 2014) показывает, что значение индекса Майера повысилось по сравнению с 2014 годом. Тогда он составлял от 10 до 16, что соответствовало 3 классу качества (умеренно-загрязненному), по нашим

данным в 2018 г. индекс Майера составил 19. Вода в озере стала чище. Прежде всего, это можно объяснить тем, что весной 2018 г. озеро заливалось во время половодья.

По данным Козловой В. (2011) индекс сапробности в озерах РБ варьирует от 1,7 до 1,9, что является подтверждением β -мезосапробности этих водоемов.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследования зообентоса озера Архимандритского нами были обнаружены представители 33 вида донных беспозвоночных: олигохет – 1, пиявок – 3, моллюсков – 7, паукообразных – 1, стрекоз – 4, поденок – 3, клопов – 3, жуков – 2, ручейников – 2, двукрылых – 7 видов.
2. Трофическая структура зообентоса озера Архимандритского разнообразна, в ней доминируют виды, которые питаются дифференцированно (крупными объектами) – зоофаги и фитофаги.
3. На илистом грунте зарегистрировано 15 видов беспозвоночных, среди макрофитов – 25 видов. Анализ коэффициентов фаунистического сходства показал большое сходство двух биотопов (коэффициент Серенсена 0,40).
4. По системе индикаторных видов Кольквитца и Марссона изученный водоем в целом можно отнести к умеренно-загрязненным (β -мезосапробным). Расчет индекса Майера показал, что вода в озере Архимандритском является слабо загрязненной (2 класс качества).
5. Сравнение результатов с ретроспективными данными показало, что состояние озера улучшилось. Это связано как с высоким уровнем половодья в 2018 году (произошло частичное вымывание органики из озера), так и со снижением антропогенного пресса на водоём.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Алимов А.Ф., Финогенова Н.П. Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов. // Гидробиологические основы самоочищения вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1976. – С. 5-14

Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. - 2000. - №1. - С. 68-82.

Безматерных Д. М. Состав и структура зообентоса разнотипных озер и лесотсепное зоны Алтайского края и факторы его формирования // Международный научный журнал «Мир науки, культуры, образования». №8, 1999. С. 54-58.

Безматерных Д. М. Применение структурных характеристик зообентоса для оценки экологического состояния озер юго-западной Сибири // Ползуновский вестник №4, 2005. С. 214-216.

Березина Н. А. Гидробиология. М.: Лег. и пищ. промышленность, 1984. - 360 с.

Биоиндикация экологического состояния равнинных рек // под ред. О.В. Бухарина и Г.С. Розенберга. - М.: Наука, 2007. – 345 с.

Боев В.Г. Хирономиды евтрофно-заморного озера Архимандритского//Биологические ресурсы водоемов Южного Урала, их охрана и рациональное использование. Пермь, 1983. С. 12-13.

Гареев А.М. Озеро Архимандритское // Башкортостан. Краткая энциклопедия. – Уфа: Башкирская энциклопедия, 1997. – С. 345.

Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. - Уфа: Китап, 2001. -260 с.

Животный мир Башкортостана// под ред. М.Г. Баянова и Е.В. Кучерова. - Уфа: Китап, 1995. - 312 с.

Каплин В.Г. Биоиндикация состояния экосистем. - Самара: Самарская ГСХА, 2001. - 143 с. 3

Козлова В. Комплексные исследования чистоты водоемов РБ по макрофитам и макрозообентосу в 2009-2011гг. – Уфа, 2011 (рукопись).

Макрушин А.В., 1974. Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1974. 59 с.

Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам. – М.: Просвещение, 1972. – 400 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. В.Н. Митропольского и Ф.Д. Мордухай-Болтовского. - М.: Наука, 1975. - 240 с.

Кондрова Л.В. Эколого-фаунистическая характеристика зообентоса озера Долгое. – Уфа, 2005 (рукопись).

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред. ЛА. Кутиковой и Я.И. Старобогатова. - Л.: Гидрометиздат, 1977. - 477 с.

Островская Ю.В., Федосеев Д.А. Влияние сброса термальных вод на бентофауну озера Теплое // Вода для жизни / Материалы науч.-практ. конф. – Уфа, 2009. С. 112-114.

Султанова Р. Комплексная оценка озера Архимандритское. Уфа – 2014 (рукопись).

Турикешев Г.Г. Краткий очерк по физической географии окрестностей города Уфы. - Уфа: БГПУ, 2000. - 160 с.

Фаткуллин Р.А. Природные условия Башкортостана. - Уфа: Китап, 1994. - 176 с.

Экология водоемов Башкирии/под ред. Б.М. Миркина и М.Г. Баянова - Уфа: Гилем, 1998. - 209 с.

www.ecograde.bio.msu.ru.

<http://tour102.ru>

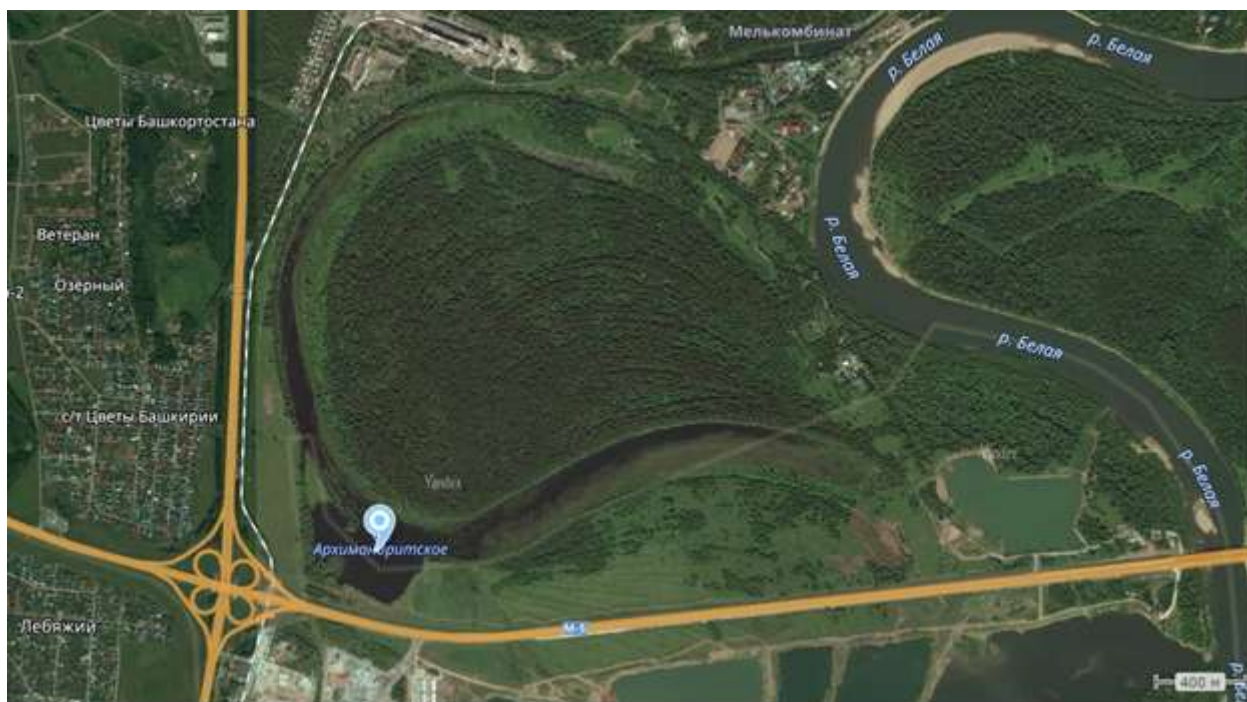


Рис.1. Место расположения озера Архимандритского



Рис.2. Озеро Архимандритское