

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии  
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ М. И. Гладышев

подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Структура зообентоса водохранилища на р. Бугач, расположенного в районе  
г. Красноярска

06.03.01 - Биология

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, к.б.н. Шулепина С.П.  
подпись, дата

Выпускник \_\_\_\_\_ Лавринович В.А.  
подпись, дата

Красноярск 2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Структура зообентоса водохранилища на р. Бугач, расположенного в районе г. Красноярска» содержит 46 страниц текстового документа, 6 таблиц, 6 рисунков, 45 использованных источника.

ЗООБЕНТОС, ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА Р. БУГАЧ, КАЧЕСТВО ВОДЫ, ПЛОТНОСТЬ, ЧИСЛЕННОСТЬ, БИОМАССА, БЕНТОФАУНА, ДОННЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ, ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА, СХОДСТВО ВИДОВОГО СОСТАВА, ИНДЕКС ВУДИВИССА, ОЛИГОХЕТНЫЙ ИНДЕКС, ИНДЕКС САПРОБНОСТИ, ВИДОВОЙ СОСТАВ.

Объект исследования: зообентос водохранилища на р. Бугач

Цель работы: изучение структуры зообентоса водохранилища на р. Бугач.

Задачи:

- Изучить видовой состав донных сообществ водохранилища на р. Бугач.
- Изучить пространственно-временную динамику плотности бентофауны.
- Оценить качество воды водохранилища.

В результате проведенных исследований был определен видовой состав зообентоса водохранилища на р. Бугач, посчитана его численность, биомасса, проанализирована пространственно-временная динамика плотности донных беспозвоночных, оценено качество воды водохранилища.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....		5
1.1. Зообентос горных и равнинных озер .....		5
1.2 Особенности бентофауны водохранилищ	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	12
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....		17
2.1 Физико-географическая характеристика водохранилища на р. Бугач	<b>Error!</b>	
<b>Bookmark not defined.</b>		17
2.2 Гидробиологическая и гидрохимическая характеристика водоема .....		20
2.3 Методы сбора и обработки проб зообентоса .....		24
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЯ .....		27
3.1 Видовой состав донных сообществ водохранилища на р. Бугач.....		27
3.2 Пространственно-временная динамика плотности бентофауны .....		30
3.3 Оценка качества воды водохранилища.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	37
ВЫВОДЫ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....		42

## ВВЕДЕНИЕ

Гидробиологический мониторинг является контролем экологического состояния водной среды, подвергающейся антропогенному воздействию. Это направление отражает общее экологическое состояние водоемов и их санитарно-гигиенические характеристики, учитывающиеся в разных видах хозяйственного, социального и рекреационного использования водоемов. 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 [3]. Донные беспозвоночные играют активную роль в трансформации веществ и энергии, кроме того они играют важную роль в питании ценных промысловых рыб [23].

Донные беспозвоночные и их сообщества являются чувствительными индикаторами загрязнения биогенными и токсическими веществами, закисления и эвтрофикации водных объектов. Структурные и функциональные характеристики зообентоса являются перспективным элементом системы мониторинга загрязнения поверхностных вод и позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов; оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов; определить совокупный эффект комбинированного действия загрязняющих веществ; локализовать источник загрязнения; установить тип загрязнителей и возникновение вторичного загрязнения вод [34].

Цель работы: изучение структуры зообентоса водохранилища на р. Бугач.

Задачи:

- Изучить видовой состав донных сообществ водохранилища на р. Бугач.
- Изучить пространственно-временную динамику плотности бентофауны.

- Оценить качество воды водохранилища.

## **Глава 1. Обзор литературы**

### **1.1. Зообентос горных и равнинных озер**

Зообентос – одно из самых показательных сообществ гидробионтов для оценки экологического состояния водоемов [34]. На видовой состав и обилие беспозвоночных в различных пресных водоемах оказывают влияние многие факторы, но наиболее значимы содержание кислорода, трофические условия и глубина. В озерах со стабильным уровневим режимом и широкой литоральной зоной наибольшее видовое разнообразие и количественные показатели зообентоса отмечены в прибрежье, наименьшие – в профундали [31].

Озера являются накапливающими элементами ландшафта, их экосистемы во многом зависят от почвенных и геохимических процессов в пределах бассейна, обусловленных климатом. В наибольшей степени от климатических факторов зависит функционирование биоценозов мелководных озер. В них по экологической значимости на первое место часто выходит фактор минерализации воды, который определяет биологическое разнообразие и уровень развития водных сообществ. Природные зоны и подзоны равнинных территорий являются, прежде всего, продуктом климата [24].

Максимальное видовое разнообразие донных беспозвоночных отмечено в олигогалинных озерах. Минимальное видовое разнообразие характерно для эугалинных озер. Данная закономерность является отражением общей тенденции уменьшения видового разнообразия гидробионтов на градиенте минерализации в континентальных водах [21].

Величина минерализации оказывает существенное влияние на таксономический состав гидробионтов, при ее увеличении количество видов в озерах, как правило, убывает [1].

На численность и биомассу зообентоса может влиять и множество других факторов, одним из основных является тип донных отложений, что нужно учитывать при анализе влияния климатических факторов. Наибольшие

значения биомассы зообентоса характерны для илов, заиленные пески имеют менее разнообразное население и биомассу [12].

Озера и питающие их водотоки западных склонов Северного и Приполярного Урала населены разнообразной донной фауной, среди которой существуют как чисто водные организмы, так и амфибиотические беспозвоночные, на личинок которых приходится значительная доля по численности и биомассе зообентоса [25].

Амфибиотические насекомые играют существенную роль в биоценозах горных озер, составляя основу питания рыб, поэтому необходимо изучение и сохранение их биоразнообразия [24].

Насекомые одни из первых реагируют на малейшие изменения гидрологического режима водоемов и всецело зависит от степени проточности, зарастаемости, механического состава грунта и многих других факторов. Благодаря высоким показателям численности и биомассы они играют существенную роль в питании рыб и водоплавающих птиц, активно участвуют в процессах биологического самоочищения водоемов, служат биоиндикаторами для оценки состояния среды водно-болотных угодий [5].

В озерах фауна поденок, веснянок и ручейников небогата, в проточных водах их видовой состав намного разнообразнее [43].

При исследовании равнинных озер, таких как оз. Малые Улянды, расположенного в Абзелиловском районе Башкирии, в нескольких километрах восточнее озера Северные Улянды в составе донных беспозвоночных встречались олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*, пиявки *Erpobdella octoculata* и *Glossiphonia complanata*, а также некоторые личинки хирономид из подсемейства *Ortocladiinae*. Наибольший вклад в численность и биомассу донных беспозвоночных вносят мелкие брюхоногие моллюски, и личинки хирономид *Endochironomus albipennis*, *Polypedilum nubeculosum* и *P. convictum* [41].

Озеро Чаны – крупнейший водоем Западной Сибири. Грунт озера представлен илом и песком. По результатам исследования численность и

биомасса зообентоса была наибольшей на илистых грунтах. На иле доминировали хирономиды *Chironomus plumosus*, на песке – *Cladotanytarsus mancus* [29].

Озеро Яркуль относится к Чано-Барабинской системы озёр. По численности и биомассе на иле доминировали личинки рода *Chironomus*, на песке по биомассе – *C. pallidivittatus*, по численности *Culicoides sp.* [29].

Озеро Кагул – одно из крупнейших придунайских озер. По численности зообентоса преобладают кольчатые черви, насекомые и их личинки. Среди кольчатых червей наиболее многочисленны олигохеты, например *Potamotrix hammoniensis*. По всей зоне мелководья встречаются пиявки *Glossifonia complanata* и *Erpobdella octoculata*. Численность насекомых во всем озере стабильна, наиболее многочисленны личинки хирономид *Chironomus plumosus*. Значение брюхоногих и двустворчатых моллюсков в общей численности невелико. Среди брюхоногих наиболее часто встречались мелкие моллюски: *Theodoxus fluviatilis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Bithynia tentaculata* и др [12].

При изучении кормовой базы озера Сугасыр, которое входит в пойменно-русловую экосистему Нижнего Иртыша, в летне-осенний период зона литорали характеризовалась преобладанием по численности личинок хирономид и олигохет, а по биомассе — личинок стрекоз, двустворчатых моллюсков, веснянок и поденок и в меньшей степени — личинок ручейников. В зимний период основу численности на этом участке составляли также личинки хирономид и личинки ручейников, по биомассе – личинки ручейников. Зона песчаной профундали в период открытой воды характеризовалась преобладанием по численности личинок хирономид, по биомассе – двустворчатых моллюсков. В зимний период по численности и биомассе преобладали личинки хирономид и ручейников [2].

Северо-Казахстанская область (СКО) характеризуется значительным количеством и разнообразием располагающихся на ее территории озер. В исследуемых озерах выявлено 58 видов донных беспозвоночных из 6 классов: Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Crustacea, Insecta и Phylactolemata

(мшанки), относящихся к пяти типам животных. Из них: пиявок, ракообразных, нематод и мшанок по 1 виду, олигохет – 2 вида, брюхоногих моллюсков – 5 видов, насекомых – 47 видов. Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (37 видов, из них хирономид 34), также встречались колемболы, поденки, ручейники, стрекозы, бабочки и клопы. По данным известно, что в бентосе северо-казахстанских озер выявлено клещей – 6 видов, моллюсков – более 80, водных клопов – 10 и ручейников – 5 видов. Кроме того, обнаружены жаброногие рачки, личинки веснянок, поденок и бабочек, личинки и имаго жуков. Обычны и многочисленны на дне озер олигохеты, гаммарусы, клопы, личинки хирономид и стрекоз. В зоне лесостепи было исследовано 10 озер Камышловского лога Северного Казахстана: Аралькино, Ближнее Долгое, Большой Таранколь, Кубыш, Лебяжье, Пёстрое, Полковниково, Полонское, Рявкино, Ситово. Для озер этой области выявлено 39 видов донных беспозвоночных из 11 таксономических групп (21 вид хирономид, моллюсков – 5, ручейников – 4, мокрецов – 2, по 1 виду пиявок, мшанок, ракообразных, стрекоз, поденок, бабочек и олигохет). В бентосе наиболее часто встречались *Chironomus sp.*, *Oligochaeta*. По численности и биомассе доминировали хирономиды. Видовое богатство зообентоса было невысоким [16].

При изучении бентофауны некоторых озер Якутии (озера ГБУ республиканского зоопарка «Орто – Дойду») было зарегистрировано 18 форм бентосных организмов. Класс Hirudinea (улитковая пиявка *Glossiphonia complanata*, малая ложноконская пиявка *Herpobdella octoculata*), класс Gastropoda (катушка окаймленная *Planorbis*, прудовик обыкновенный *Lymnaea stagnalis*, прудовик болотный *Stagnicola palustris*, прудовик овальный *Lymnaea ovata*, битиния *Bithynia striata*), класс Bivalvia (перловица обыкновенная *Unio pictorum*), класс Insecta (ручейники сем. Limnephilidae, комары – долгоножки Liriopidae, комары – дергуны Tendipedidae, слепень бычий *Tabanus ovines*). Наиболее разнообразно в видовом плане представлены класс насекомые (42,8%), класс брюхоногие – доля составляла 35,7%, класс пиявки – 14,2% и



класс двустворчатые моллюски – 7,14%. В начале лета в озерах наблюдается пик развития зообентоса, происходит повышение численности и биомассы, что связано с циклом развития беспозвоночных организмов [14].

Зообентос исследованных рек и озер полуострова Ямал характеризуется довольно бедным видовым составом. В озерах Ямала доминировали двустворчатые (*Euglesa*) и брюхоногие моллюски (*Anisus*), личинки Chironomidae (*Prosilocerus sp.*, *Glyptotendipes sp.*, *Lipiniella sp.*) и низшие ракообразные Notostraca (*Lepidurus*). Структурные показатели зообентоса в стоячих и текучих водах достоверно не различаются, для донных сообществ водоемов Ямала характерны выраженное мозаичное распределение и существенные колебания обилия при постоянных доминирующих формах, среди которых ведущую роль играют личинки комаров семейства Chironomidae [30].

Озеро Воже – крупный водоем Волгоградской области, имеющий промысловое значение. Всего в составе донных сообществ оз. Воже было обнаружено 185 видов и форм бентосных организмов. Личинки амфибиотических насекомых составили 53% (98 видов и форм) всей фауны, 75% из которых (73 вида и формы) – пришлось на долю личинок хирономид. Также донная фауна оз. Воже включает в себя 26 видов олигохет и 33 вида моллюсков. Среди хирономид чаще других встречались: *Clinotanytus nervosus*, *Procladius sp.*, *Ablabesmyia gr. monilis*, *Chironomus plumosus*, *Cladopelma gr. Laccophila* и др. Среди моллюсков были зарегистрированы: *Cincinna klinensis*, *C. antique*, *Lymnaea auricularia* и др. Из олигохет отмечены такие виды как: *Stylaria lacustris*, *Arcteonais lomondi*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex newaensis*, *T. tubifex*. Также в озере были зарегистрированы пиявки: *Glossiphonia complanata*, *Erpobdella sp.*, *Protoclepsis tessulata* [18].

При изучении горных озер, выявлены другие виды донных беспозвоночных. Например, Рабига куль – озеро, расположенное на левобережье Куйбышевского водохранилища (Среднее Поволжье) в лесостепной провинции Низменного Заволжья. В его составе преобладают

беспозвоночные с амфибиотическим жизненным циклом, представленные 26 видами насекомых, что составляет 73% от числа обнаруженных видов. Наиболее высоким видовым богатством среди насекомых отличаются хирономиды (семейство Chironomidae), представленные личинками 16 видов, из которых наиболее обычны: *En. albipennis*, *Gl. glaucus*, *P. gr. lauterborni*, *T. gr. mendax*, *Cr. gr. sylvestris* и *Gl. paripes*; из других семейств наиболее обычны личинки *Ch. flavicans* (Chaoboridae). Гомотопное население озера представлено девятью видами олигохет, среди которых более обычны представители семейства Naididae: *N. barbata*, *N. simplex*, *N. elinguis* и *D. obtusa*. Встречен один вид мшанок *Plumatella sp* [26]. При исследовании зообентоса Верхнекиччерского озера (бассейн оз. Байкал) так же отмечено, что доминирующими группами на заиленном грунте были хирономиды и олигохеты, а на глубине (8-10 м) хирономиды и моллюски [38].

Проводились исследования на горных озерах плато г. Спамберг в бассейне р. Новоселова. В районе г. Спамберга находятся 18 озер: Спасения, Скрытное, Осочное, Моховое, Моржовое и др. В составе макробентоса горных озер обнаружено 57 видов, из них 49 встречено в пробах макробентоса, прочие – в питании мальмы из озер Моховое и Осочное и в стоке из оз. Безымянное. Отличительная особенность описываемых озер – полное отсутствие в них высших раков. Обнаружено несколько новых для Сахалина видов, в т.ч. личинки ручейников *Molanna angustata*, которые ранее не встречались и личинки поденок *Leptophlebia strandii*. В биомассе зообентоса наиболее значимы (в зависимости от типа озера) брюхоногие моллюски, олигохеты и вислоккрылки (оз. Моховое), ручейники и малощетинковые черви (оз. Осочное) либо двукрылые и вислоккрылки (оз. Безымянное). В целом состав макробентоса горных озер (Моховое, Осочное, Безымянное) плато Спамберг формируется ограниченным числом видов [22].

Высокогорное озеро Куп-холь располагается на северо-западе Тувы (Западный саян) и относится к водосборному бассейну Енисея. Наибольшая численность и биомасса в этом биотопе формируется за счет моллюсков

(Bivalvia), которые представлены *Musculium compressum*, *M. johanseni*, *Conventus conventus*, *Pseudeupara altaica* и др. По численности им уступают пиявки и хирономиды. В заиленных местах было отмечено обилие олигохет [9].

Подобная ситуация была и при изучении некоторых горных озер бассейна р. Малый Паток, где группой, составляющей по своей биомассе основную часть зообентоса в подавляющем большинстве озер являются моллюски. Наиболее часто встречались *Anisus albus*, *A. stroemi*, *Cincinna frigida*, *Pisidium pulchella*. Существенный вклад в создание общей биомассы вносят также хирономиды и ручейники [13].

Озеро Чатыр-Куль расположено в Чатыркульской впадине на западе Сайской долины Центрального Тянь-Шаня на абсолютной высоте 3530 м. Оно является самым высокогорным из крупных озер Кыргызстана. В донных грунтах часто встречаются створки остракод, раковинки моллюсков, остатки растительности, гаммарусы и личинок хирономид. В озере зарегистрировано 5 видов хирономид, 1 вид мермитид, 1 вид моллюсков и 20 видов остракод. Среди личинок хирономид многочисленными являются представители родов из подсемейства Chironominae, что указывает на значительное содержание в грунте органики. После хирономид самой разнообразной группой являются остракоды, среди которых большой численности достигают два вида - *F.mosquensis* и *L.inopinata*. Личинки других групп беспозвоночных малочисленны и не играют заметной роли в формировании биомассы зообентоса [39].

При исследовании некоторых озер горного хребта Ергаки (оз. Ойское, оз. Каровое, оз. Радужное) было выявлено, что в оз. Ойское личинки ручейников представлены девятью таксонами, олигохеты – шестью, поденки – двумя, личинки веснянок, большекрылок, мокрецов, типулид, пиявки, амфиподы, двустворчатые моллюски, нематоды, клещи – одним таксоном. В озерах Каровое и Радужное все группы, кроме хирономид, были представлены одним-двумя таксонами: в первом – жуки, двустворчатые моллюски и клопы, во втором – ручейники, большекрылки, олигохеты, двустворчатые и брюхоногие

моллюски. Ведущая роль в формировании донных сообществ во всех трех озерах принадлежала личинкам хирономид: в Ойском – 19 таксонов, в Каровом – 13, в Радужном – 8. Во всех озерах встречались моллюски сем. Pisidiidae. Во всех озерах преобладали личинки хирономид псаммопелофильного и пелофильного комплексов *Dicrotendipes nervosus*, *Tanytarsus pseudolestagei*, *Sergentia gr. coracina*. В меньшем количестве встречались реофилы *Heterotrissocladius gr. marcidus*. Типичный пелофил *Chironomus plumosus* обнаружен только в оз. Радужном. Из хищных личинок хирономид *Ablabesmyia gr. annulata*, *Larsia culticalcar* характерны для двух озер: Ойское и Каровое [9].

Бентосные сообщества горных озер природного парка Ергаки небогаты в таксономическом отношении, такое же невысокое видовое разнообразие отмечено и для горных озер бассейна Телецкого озера [9]. В озерах бассейна Телецкого озера большинство видов составили насекомые, чаще других встречались отряды: Plecoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera. Среди других групп беспозвоночных были обнаружены кл. Oligochaeta, кл. Hirudinea, кл. Crustacea, кл. Bivalvia и кл. Gastropoda [45].

## 1.2 Особенности бентофауны водохранилищ

Моделирование трофических связей и биотических потоков энергии при соблюдении балансового принципа – необходимый инструмент для прогнозирования продуктивности водных экосистем и их отклика на изменение внешних условий. Опыт имитации потоков энергии свидетельствует о том, что эффективны “сжатые” модели, состоящие из ключевых групп гидробионтов. Каждая группа объединяет функционально родственные организмы, которые с некоторой степенью условности можно подразделить на первичных продуцентов, редуцентов и консументов разного порядка [37].

Среди многочисленных внутренних водоемов особенный интерес представляют водохранилища, большинство которых имеет многоцелевое назначение. В процессе формирования водохранилища меняется

гидрологический режим его начального водоема. На разных участках эти изменения выражены неодинаково [3].

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 [4].

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. Таким образом, мелководья играют существенную роль в гидрологических и гидробиологических процессах. Несмотря на это, они являются малоизученными участками водохранилищ [37].

Одной из основных особенностей водохранилищ, расположенных на равнинных реках, является значительная изменчивость акватории в годовом и суточном циклах [6, 37]. Динамика водных масс, наряду с другими абиотическими факторами водной среды, выступает одной из основных характеристик, обуславливающих распространение гидробионтов в водохранилищах [32].

Среди всех жизненных форм, представленных в водных объектах, организмы зообентоса, контактирующие с двумя средами: водой и донными отложениями, где накапливается значительная часть поступивших в водоем тяжелых металлов, могут рассматриваться как наиболее показательные биологические объекты при экотоксикологических исследованиях [42]. В условиях повышенных концентраций тяжелых металлов видовой состав, количественное развитие, структурные особенности бентосных сообществ в значительной степени формируются в зависимости от токсичности водной среды. В то же время донные организмы оказывают значительное влияние на среду их обитания. Это, в частности, обусловлено механическим

перемешиванием организмами инфуны верхних слоев грунта, что способствует захоронению или выносу металлов в придонные слои воды. Из всего отмеченного можно заключить, что влияние донных организмов распространяется на качество воды во всем водоеме, включая его пелагиаль [11].

Особенности поведения металлов в воде водохранилищ заключается в большой скорости их седиментации, специфичность этого процесса для каждого металла индивидуальна и зависит от его природы. Бентосные сообщества подвергаются воздействию металлов, содержание которых в среде их обитания определяется процессами распределения в системе вода -донные отложения. Меняющиеся физико-химические условия в придонных слоях воды и в самих донных отложениях приводят к аккумуляции металлов или к их ремобилизации и повышению содержания в воде [42].

Влияние повышенного содержания металлов в воде водохранилищ изучено в работе Н.Ю. Степанова, на примере Куйбышевского водохранилища. Анализ результатов при изучении уровня биоаккумуляции тяжелых металлов в организмах бентосных форм показал наличие четкой тенденции к их повышенной концентрации в биоте, обитающей на песчаных грунтах, что можно объяснить более низкой сорбционной способностью этого типа донных отложений. Так же последствием токсического воздействия может быть возрастание частоты уродств у гидробионтов, накопление тяжелых металлов в организмах зообентоса представляет собой источник загрязнения водоема [35].

В водохранилище на реке Бугач в была изучена динамика содержания металлов в водной растительности (макрофитах) за 1998-2006 гг. Сравнительная оценка содержания металлов в шести видах макрофитов (*Typha Latifolia L.*, *Typha angustifolia L.*, *Polygonium amphibium L.*, *Potamogeton perfoliatus L.*, *Potamogeton pectinatus L.*, *Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud.*) показала, что концентрации металлов в них в целом не превышают таковые, известные из литературных источников (рис. 1) [17].

Год	Показатель	Концентрация металлов, г/кг воздушно-сухой массы			
		K	Na	Ca	Mg
1998	<i>M</i>	15,70	3,90	50,20	6,63
	<i>m</i>	3,21	0,17	22,20	2,94
1999	<i>M</i>	13,92	2,97	25,92	5,40
	<i>m</i>	1,45	0,23	6,13	0,84
2000	<i>M</i>	21,35	6,63	19,72	4,53
	<i>m</i>	2,03	0,93	2,18	0,41
2001	<i>M</i>	19,19	3,04	14,84	4,91
	<i>m</i>	3,42	0,95	6,61	1,32
2002	<i>M</i>	19,37	9,43	37,25	5,79
	<i>m</i>	2,58	1,81	7,13	0,59
2003	<i>M</i>	19,94	6,35	19,90	5,34
	<i>m</i>	1,30	0,43	1,93	0,65
2004	<i>M</i>	9,96	8,63	13,29	2,33
	<i>m</i>	1,14	0,87	1,06	0,38
2005	<i>M</i>	10,91	4,51	20,90	3,48
	<i>m</i>	0,56	0,50	2,95	0,31
2006	<i>M</i>	10,86	4,74	36,83	3,15
	<i>m</i>	0,90	0,44	9,92	0,63
<i>M</i> <sub>98-06</sub>	<i>M</i>	15,38	5,64	24,82	4,39
	<i>m</i>	0,61	0,29	2,05	0,24
CV, %		52,4	69,2	110,3	71,5

П р и м е ч а н и е. *M* – среднее за вегетационный период, *M*<sub>98-06</sub> – среднегодовое, *m* – ошибка среднего, CV – коэффициент вариации.

Рисунок 1 - Содержание макроэлементов в высших водных растениях водохранилища на реке Бугач (1998-2006 гг.)

Кластерный анализ показал, что по содержанию металлов изучаемые виды макрофитов распадаются на две экологические группы: погруженные (гидрофиты) и воздушно-водные растения (гелофиты) [26].

При гидрохимическом анализе водохранилища летом 2017 г. было зафиксировано превышение ПДК по таким химическим элементам как Sr, Mo, Zn. Концентрации K, Na, Ca, Mg стали на порядок ниже по сравнению с 1998-2006 гг.

Куйбышевское водохранилище является одним из крупнейших равнинных водохранилищ в системе Волжского каскада. В 2015 г. зообентос мелководья был представлен 116 таксонами: Hydrozoa и Nematoda по 1, Oligochaeta – 16, Hirudinea – 4, Gastropoda – 21, Bivalvia – 7, Hydracarina – 1, Crustacea – 3 (Mysidacea, Isopoda и Amphipoda по 1), Insecta – 63 (Ephemeroptera

– 4, Odonata и Lepidoptera по 1, Hemiptera – 2, Coleoptera – 7, Trichoptera – 10 и Diptera – 37. Анализ сезонной динамики количественных показателей основных групп зообентоса выявил доминирования в весенний период по численности водяных клещей, а по биомассе – Gastropoda. Изученные участки соответствовали «умеренно загрязненным» (III класс качества воды) [27].

По сравнению с Куйбышевским и Братским водохранилищем в водохранилище на реке Бугач зарегистрировано в 2017 году гораздо меньше таксонов, не смотря на то, что водоем тоже является равнинным, по площади он в 7-9 раз меньше, поэтому количество таксонов так сильно разнится. Не смотря на это, среди таксонов в обоих равнинных водохранилищах встречались группы зообентоса: Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Insecta (Ephemeroptera, Odonata, Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Diptera) [6, 15].

Похожая ситуация отмечена в сравнении с Днепровским и Запорожским водохранилищами, при изучении которых рассматривали так же влияние антропогенного фактора на структуру донных сообществ водоема, но количество таксонов разнилось не так сильно, так как площадь данных водохранилища примерно в 3 больше площади водохранилища на реке Бугач, так же схожи были показатели численности и биомассы зообентоса. В Днепровском и Запорожском водохранилищах преобладают хирономиды (зарегистрирован 41 вид), олигохеты (зарегистрировано 34 вида) и моллюски (зарегистрировано 17 видов), это объясняется тем, что в водоемах много заиленными участков, соответственно много органики, к тому же развито судоходство. В трофической структуре доминировали в основном детрито- и сестонофаги, а хищники имели второстепенную роль, что является показателем высокой трофности водохранилищ [44].

На примере Новосибирского водохранилища, находящегося не так далеко от г. Красноярска, и являющегося крупнейшим в Западной Сибири, показано, что после затопления водоема личинки хирономид и моллюсков большей частью выходят или вымываются из грунтов и волновыми течениями



разносятся по акватории водохранилища, что определяет падение численности и биомассы бентоса в периоды затопления [28]. Ранее водохранилище на реке Бугач тоже подвергалось подтоплению, в связи с чем в 2014 году вода в нем была спущена. Среди донных беспозвоночных в обоих водохранилищах преобладали личинки хирономид, олигохеты, моллюски. Наиболее качественно и количественно зообентос богат на заиленных грунтах поймы. После затопления биотопов количественные показатели снижаются.

Одной из главных задач экологии является изучение структуры и закономерностей функционирования, устойчивого развития водных экосистем и их рациональное использование. Наиболее важным источником водоснабжения для нужд населения, промышленности и сельского хозяйства служат водохранилища. Для определения экологического статуса водоемов необходимо детальное изучение их биоты, поскольку химические методы анализа характеризуются, в большинстве случаев, технической сложностью, дороговизной и ограниченностью информации. В связи с этим актуальным становится выбор приемов и методов диагностики качества водной среды, которые основаны на оценке состояния зообентоса как одной из составляющих гидробиоценозов [36].

## **Глава 2. Материалы и методы исследования**

### **2.1. Физико-географическая характеристика водохранилища на реке Бугач**

Отбор проб зообентоса проводили на водохранилище на реке Бугач (рис.2). Небольшое эвтрофное водохранилище Бугач ( $56^{\circ}03'$  с.ш. и  $92^{\circ}43'$ ) расположено на северо-восточной окраине г. Красноярска на р.Бугач (вторичный приток р.Енисей) в степной местности, частично занятой пастбищами и полями, в котором ежегодно наблюдается «цветение» воды, вызываемое цианопрокариотами. В него впадает ручей Минино, дренажный сток осуществляется через плотину. Вблизи водоема проходит оживленная

автомагистраль. Летом он интенсивно используется для купания, рыболовства и рыбоводных мероприятий. Площадь водосбора составляет 116 км<sup>2</sup>, площадь поверхности – 0,32 км<sup>2</sup>, максимальная глубина – 6 м, коэффициент водообмена – около 2,3 объема/год. Вода характеризуется высокими значениями рН (7,7-9,5, среднее 8,6) [17, 46].

Значительная часть литорали водохранилища зарастает высшими водными растениями, такими как тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогоз широколистный (*Typhalatifolia* L.) и др., которые покрывают около 13,5% площади водохранилища. [17]

Также проводились исследования по аминокислотному составу sestона. Установили, что аминокислотный состав доминирующих видов природного пресноводного фитопланктона может существенно различаться, в том числе и по содержанию незаменимых аминокислот, которые имеют определяющее значение для роста первичных консументов [19].

В 2002 году в водохранилище проведена биоманипуляция «top-down» путем интродукции щуки и изъятия основного планктонофага-карася. После биоманипуляции прекратилось «цветение» воды цианобактерией *Microcystis* и ингибирование *Anabaena* карасем ранее обнаружены в лабораторных экспериментах. Вывод о прекращении «цветения» воды за счет *Microcystis* в водохранилище именно в результате снижения стимулирующего влияния рыб-планктонофагов подтвержден расчетами математической модели. Вместе с тем показано, что с «цветением» воды цианобактерией *Anabaena* следует бороться иными способами, например через трофический каскад с участием дафний или биоманипуляцией «bottom-up» [8].



- 1-первая станция
- 2-вторая станция
- 3-третья станция
- 4-четвертая станция

Рисунок 2 - Карта-схема расположения станций отбора проб зообентоса

Наибольшая (24,5°C) и наименьшая (21,7°C) температура воды за лето зарегистрирована на станции № 3 в августе и июне 2017 года. Грунт на станциях № 1 и № 4 представлен преимущественно илом, на станциях № 2 и № 3 – галькой. (табл. 1).

Таблица 1 - Температура и тип грунта водохранилища на р. Бугач. Июнь, июль, август 2017 год

Месяц	Станция №	Температура t, °C	Тип грунта
Июнь	1	21,7	ил, детрит
	2		галька
	3		ил, детрит
	4		галька

Окончание таблицы 1 - Температура и тип грунта водохранилища на р. Бугач.  
Июнь, июль, август 2017 год

Месяц	Станция №	Температура Т, °С	Тип грунта
Июль	1	21,8	ил, детрит
	2		галька
	3		ил, детрит
	4		галька
Август	1	24,5	ил, детрит
	2		галька
	3		ил, детрит
	4		галька

## **2.2. Гидробиологическая и гидрохимическая характеристика водоема**

Исследования по аминокислотному составу сестона в водохранилище показали, что аминокислотный состав доминирующих видов природного пресноводного фитопланктона может существенно различаться, в том числе и по содержанию незаменимых аминокислот, которые имеют определяющее значение для роста первичных консументов [19].

Биохимические исследования на водоеме были связаны с определением состава жирных кислот при анализе спектра питания микрозоопланктона, например, таких как триацилглицеринов и полярных липидов сестона. Впервые на основе ЖК-бимаркеров установлены сезонная смена спектров питания и ассимиляция органического вещества микрозоопланктоном эвтрофного водоема [26].

Для выяснения механизмов инициации «цветения» воды цианобактериями в 2001 году проводилось экспериментальное изучение прорастания акинет и покоящихся клеток цианопрокариот, перезимовавших в донных отложениях «цветущего» водоема Бугач, с высоким содержанием минерального фосфора. Водоохранилище Бугач подвержено ежегодному «цветению». Было установлено, что цианопрокариоты хорошо прорастали из

акинет и развивались как после зимовки в донных отложениях «цветущего» водохранилища Бугач. Таким образом, химический состав донных отложений не является фактором, препятствующим инициации массового развития цианопрокариот. Возможно, инициация определяется гидрофизическими факторами, вызывающими массовое появление спор в толще воды, например морфология котловины и характер турбулентности [7].

В продолжении изучения данной проблемы в 2001-2002 годах впервые была изучена динамика акинет *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Vreb. в донных отложениях и в толще воды в течение вегетационного периода. Было установлено, что даже в неглубоком перемешиваемом водоеме цветение начинается с литоральной зоны. Также обнаружено 2 вида акинет, одни из которых, вероятно, служат для вегетативного размножения, а вторые для перенесения неблагоприятных условий [20, 47].

В 2002 году для ликвидации «цветения» воды на водохранилище Бугач была проведена биоманипуляция, т.е. метод управления трофическими цепями. Эти действия приводили к ликвидации «цветения» воды, вызываемым *Microcystis aeruginosa*, но на «цветение» воды, вызываемым еще одним видом цианобактерии *Anabaena flosaquae* проведенная биоманипуляция не оказывали никакого влияния [8].

В июле 2014 года температура воздуха в водохранилище была 23°C, pH воды - 10,5. Прозрачность по диску Секки равнялась 0,35м, а глубина - 3,3м. Температура поверхностного слоя воды была 23°C, прозрачности (S) 22.5°C, 2.5 прозрачности (2.5S) 22.0°C, ½ глубины (H) 21.0°C, а придонного слоя - 18,5°C. Таким образом, в температуре воздуха и слоев водного столба различий не было. Основным отличием в гидрохимических показателях была реакция среды, в 2014 году pH была очень высокой, вероятно это связано с «цветением» воды, вызываемого цианобактериями [7].

Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Тяжелые металлы, попадая в организм, остаются там навсегда. В

качестве токсикантов в водоемах обычно встречаются: ртуть, свинец, кадмий, олово, цинк, марганец, никель, хотя известна высокая токсичность других тяжелых металлов - кобальта, серебра, золота, урана и других [32].

Вообще, высокая токсичность для живых существ - это характерное свойство соединений и ионов тяжелых металлов. В водоёмы тяжелые металлы поступают обычно со стоками горнодобывающих и металлургических предприятий, а также предприятий химической и легкой промышленности, где их соединения используют в различных технологических процессах. Тяжёлые металлы легко образуют соединения и комплексы с органическими веществами в растворах, хорошо усваиваются организмами из воды и передаются по пищевой цепи. Например, попадая в организм зообентоса, которым питается рыба, усваиваются человеком, который потребляет данную рыбу [34].

Под качеством воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01–77), при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды [5].

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК<sub>в</sub>) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования [5].

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК<sub>вр</sub>) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых [10].

Проведенные ранее исследования показали, что в макрофитах по некоторым металлам есть превышение ПДК, например, по Cr и Cu [17].

При гидрохимическом анализе водохранилища на р. Бугач летом 2017 г. было зафиксировано превышение ПДК по таким химическим элементам как Sr (в 2,5 раза), Mo (в 0,5 раз), Zn (в 0,35 раз).

Основные источники такого опасного вещества, как стронций, встречающиеся в природной воде, – это некоторые виды горных пород и отложений. То, что стронций не встречается в большом количестве, объясняет его слабая растворимость в воде. Например, для пресной воды содержание рассматриваемого вещества не превышает 1 миллиграмма на литр. В борьбе с примесями стронция могут помочь только современные фильтры. Существует множество разновидностей таких приспособлений, у каждого из которых будет свой принцип действия. Например, может быть применено озонирование, активное серебро и уголь, а также обработка йодом, ультрафиолетом. В частности, необходимо отдельно рассмотреть использование фильтров с активированным углем [34].

Стронций-90 является одним из основных радионуклидов, загрязняющих окружающую среду. Если он попал в почву, то растения впитывают его вместе с иными элементами. Как правило, радиоактивный стронций чаще всего присутствует в корнеплодах, в клубневых растениях (в частности, в картофеле), в бобовых [34].

Впрочем, для его накопления в скелете, необходимо годами есть радиоактивные продукты питания, получать стронций из воздуха и воды, и во время работы на производстве. При длительной продолжительности поступления стронция в человеческий организм, возможно развитие рака костей и лейкемии [32].

Негативное влияние на здоровье может оказывать и нерадиоактивный стронций. Впрочем, это случается редко и сопровождается, в основном, нехваткой других элементов: витамина D, кальция, селена и прочее. При этом не исключено развитие редких болезней – стронциевый рахит и урловская болезнь [11].

Молибден содержится в воде в виде иона молибденовой кислоты. Этот микроэлемент влияет отрицательно на активность ферментов, вызывает уменьшение меди в организме. В питьевой воде допустимая норма 0,5 мг/л [11].

Соединения цинка поступают в водоемы из предприятий цветной металлургии, машиностроительной, красильной, химико-фармацевтической, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и текстильной промышленности. Хлорид цинка применяют в качестве консерванта древесины. В водоемах он присутствует в виде растворимых солей, нерастворимых гидроокисей и адсорбированным на взвешенных частицах [34].

Сульфат цинка вызывает острое отравление (5 дней) карпов в концентрации 10 мг/л. Остротоксичные концентрации ионов цинка составляют для молоди форели 0,4, молоди карпа и колюшки 0,5 мг Zn/л, а среднесмертельные (96 часов) для ушастого окуня 3,2 мг Zn/л и тилляпии — 1,6 мг Zn/л. Хроническое отравление молоди форели наступает через 26 сут в концентрации 0,01 мг Zn/л. Сульфат цинка тот же эффект у карпов вызывал в концентрации 0,1 — 0,3 мг/л через 60 — 80 сут. Для зоопланктона токсичны 0,08 мг Zn/л и выше [32].

### **2.3. Методы сбора и обработки проб зообентоса**

Пробы зообентоса отбирали с помощью скребка Дулькейта с площадью захвата 0,5 м<sup>2</sup>. Отбор проб проводили на четырех станциях (литораль) в мае, июне, июле и августе 2017 года. Разбор проб и фиксацию производили в течение суток. Численность и биомассу рассчитывали по фиксированным в 80 %-м спирте животным. Взвешивание организмов производили на торсионных весах (тип WT). Сбор материала проводили согласно «Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений» [1].

Для фаунистического анализа зообентоса использовались следующие определители: по личинкам хирономид - В. Я. Панкратова, по ручейникам - Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных



территорий. Т. 5, по личинкам поденок – Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3, по остальным группам донных животных - Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР.

Сходство видового состава исследуемых озер определяли по коэффициенту Серенсена-Чекановского:

$$K_{сч} = 2c / [(a+c) + (b+c)], \quad (2.1)$$

где  $a$  – число видов, встречающихся только в первой пробе,  $b$  – число видов, встречающихся только во второй пробе,  $c$  – число видов, встречающихся в обеих пробах. Индекс варьирует от 0 до 1 [39].

Оценку качества воды проводили по трем индексам: Вудивисса, Пантле-Бука и Гуднайта-Уиотлея (Олигохетный).

Биотический индекс Вудивисса используется во всем мире для определения качества воды в водотоках по структурным характеристикам зообентоса (донных организмов). Индекс учитывает общее разнообразие населяющих водоем донных беспозвоночных и наличие в нем организмов, принадлежащих к индикаторным группам [23].

К индикаторным группам относятся: личинки веснянок, поденок, ручейников, рачки бокоплав, равноногие раки, трубочники, личинки хирономид. Оценивают общее разнообразие донных беспозвоночных, подсчитывают число групп, под группой понимают:

1. любой вид плоских червей,
2. класс малощетинковых червей (кроме р. Nais),
3. любой вид моллюсков, пиявок, ракообразных, водных клещей,
4. любой вид веснянок, перепончатокрылых жуков,
5. любой вид поденок, кроме *Baetisrodani*,
6. любое семейство ручейников,

7. семейство комаров звонцов, кроме видов р. *Chironomus* sp.,
8. личинки мошек Simuliidae,
9. каждый известный вид личинок других летающих насекомых.

Находят индекс водоема по таблице на пересечении значения общего количества групп и индикаторной группы, начиная сверху с личинок веснянок [23].

В системе Роскомгидромета для оценки сапробности воды по организмам зообентоса рекомендуется применять метод индикаторных организмов Пантле и Букка. Данный метод учитывает относительную частоту встречаемости (обилие) гидробионтов и их индикаторную значимость (сапробную валентность). Индикаторную значимость и зону сапробности определяют для каждого вида по спискам сапробных организмов СЭВ [39].

Значения индекса могут изменяться от 0,5 до 4 единиц. Диапазон 0,5 – 1,5 характеризует олигосапробные условия, от 1,5 до 2,5 –  $\beta$ -мезосапробные, от 2,5 до 3,5 –  $\alpha$ -мезосапробные, от 3,5 до 4 – полисапробные (самая тяжелая степень загрязнения). Во всех случаях, кроме одного (Tubificidae) индикатором является нахождение таксона в пробе, без оценки его обилия. Представителей Tubificidae предлагается учитывать (как индикатор полисапробных условий) только при наличии «в массе» [39].

Наряду с зонами сапробности, устанавливаемыми для водных объектов на основе сапробиологического анализа, существуют зоны повышенной трофности, зоны обеднения, частичной или полной деградации исходных биоценозов, мертвые зоны и др. Выявление и описание зон возможно при использовании других формальных методов, а также абсолютных биологических данных о видовом составе и структуре бентосных сообществ [23].

Для определения уровня загрязнения водоема органическими веществами и качества воды исследованных станций по количественным характеристикам олигохет мы применяли следующий широко апробированный и используемый в практике мониторинга индекс Гуднайта-Уотля. Олигохетный индекс

рассчитывается как отношение численности олигохет к общей численности организмов в пробе по формуле:

$$\text{ОИ} = n/N \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

где ОИ – олигохетный индекс Гуднайта-Уиотлея  
n – количество обнаруженных в пробе олигохет (малощетинковых червей);  
N – общее количество организмов, включая самих червей.

При этом состояние реки считается хорошим, если олигохетный индекс меньше 60%, сомнительным в пределах 60-80%, водоем тяжело загрязнен, если олигохетный индекс превышает 80%. По показателю обобщенного индекса судят о степени эвтрофикации водоема [23].

По величинам Биотического индекса определяли класс качества воды согласно РД 52.24.309-2011 [33].

### **Глава 3. Результаты исследования и обсуждения**

#### **3.1. Видовой состав донных сообществ водохранилища на р. Бугач**

В составе зообентоса водохранилища на реке Бугач зарегистрировано 18 видов донных беспозвоночных, из них хирономиды и моллюски – по 3 вида, олигохеты, клопы, личинки двукрылых, пиявки – по 2 вида, жуки, поденки, веснянки, ручейники – по 1 виду (табл. 2).

## ВЫВОДЫ

1. В составе зообентоса зарегистрировано 18 видов донных беспозвоночных, из них хирономиды и моллюски – по 3 вида, олигохеты, клопы, личинки двукрылых, пиявки – по 2 вида, жуки, ручейники, поденки, веснянки – по 1 виду. Наибольшее видовое разнообразие отмечено на второй станции №2 (14 видов), наименьшее – на станции №3 (8 видов). Зарегистрировано сходство видового состава зообентоса между всеми станциями исследования по коэффициенту Серенсена-Чекановского ( $K_{сч} = 0,5-0,8$ ). На всех станциях встречались личинки хирономид *Glyptotendipes gripekoveni* и *Chironomus plumosus* и олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* (за исключением станции №3).
2. Численность донных беспозвоночных по станциям исследования варьировала от  $740 \pm 130$  экз/м<sup>2</sup> до  $1845 \pm 245$  экз/м<sup>2</sup>; величины биомассы колебались от  $3,21 \pm 1,73$  г/м<sup>2</sup> до  $10,56 \pm 6,39$  г/м<sup>2</sup>. По численности на всех станциях доминировали личинки хирономид. По биомассе на станциях №1 и №3 – хирономиды, на станции №2 – моллюски, на станции №4 – пиявки.
3. Численность зообентоса от мая ( $1217 \pm 227$  экз/м<sup>2</sup>) к августу ( $1433 \pm 347$  экз/м<sup>2</sup>) варьировала незначительно. Биомасса бентофауны была минимальной ( $3,50 \pm 0,72$  г/м<sup>2</sup>) в июле, максимальной ( $11,90 \pm 5,90$  г/м<sup>2</sup>) – в августе. Временная динамика развития плотности зообентоса имела свои закономерности на каждой станции исследования.
4. Качество воды в водохранилище оценено на уровне IV класса, вода «грязная»
5. Трофический статус водохранилища, оцененный по биомассе зообентоса, соответствовал  $\alpha$ -олиготрофному классу “средней” градации

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абакумов В.А, Л.Г. Буторина, О.М. Кожова. Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям // Гидрометеоздат. - 1981. – С. 117-136
2. Алимова Г.С., Токарева А.Ю., Попова Е.И., Земцова Е.С., Чемагин А.А. Кормовая база и гидрохимия озера Сугасыр пойменно-русловой экосистемы Нижнего Иртыша // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - №5. – С. 670
3. Буторин Н.В. Абиотические факторы производительности биологических ресурсов водохранилищ. Москва, Наука. - 1984. - С. 8-22
4. Буторин Н.В., Успенский С.М. Значение мелководья в биологической продуктивности водоемов. Биологические ресурсы водохранилищ. Москва, Наука. - 1984. – С. 23-40
5. Безматерных Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири. Рос. Акад. наук, Институт вод.и экол. проблем. Новосибирск. - 2007. - С. 87
6. Визер А. М. Зообентос осушной зоны Новосибирского водохранилища // Сибирский экологический журнал. - 2011. - №1. С - 69-75
7. Гладышев М.И., Кравчук Е.С., Колмаков В.И., Иванова Е.А., Трусова М.Ю., Сущик Н.Н., Грибовская И.В. Экспериментальное изучение прорастания акинет и покоящихся клеток цианопрокариот, перезимовавших в донных отложениях «цветущего» и «нецветущего» водоемов.//Доклады академии наук, 2002, том 383, №3. - С. 423-424.
8. Гладышев М.И., Чупров С.М., Колмаков В.И., Дубовская О.П., Кравчук Е.С., Иванова Е.А., Трусова М.Ю., Сущик Н.Н., Калачева Г.С., Губанов В.Г., Прокопкин И.Г., Зуев И.В., Матухова О.Н. Биоманипуляция «top-down» в небольшом сибирском водохранилище без дафний // Сибирский экологический журнал. -2006.-№1.- С. 55

9. Глущенко Л.А., Дубовская О.П., Иванова Е.А., Шулепина С.П., Зуев И.В., Агеев А.В. Гидробиологический очерк некоторых озер горного хребта Ергаки (Западный Саян) // Journal of Siberian Federal University. Biology 3. - 2009. - С. 355-378
10. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы «Эколайн», 2000. С.-87
11. Денисова А.И., Нахшина Е.П., Новиков Б.И., Рябов А.К. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды. – Киев: Наукова думка. -1987. – С. 164
12. Джертубаев М.М., Заморозов В.В. Зообентос озера Кагул // Вісник ОНУ, Т12. - 2007. - №5. - С.72-75
13. Долгин В.Н., Пузикова Е.Н. Зообентос озера Куп-Холь (Тыва) // Вестник ТГПУ. - 2004. - №6 (43). – С. 47-48
14. Дьячковская А.Г., Иванова А.П., Тяптиргянов М.М. Зообентос некоторых замкнутых озер центральной Якутии // Успехи современного естествознания. - 2014. - №8. – С. 43-44
15. Ербаева Э.А., Сафронов Г.П. Зообентос заливов верхнего участка Братского водохранилища // Бюллетень ВСЦН СО РАМН. -2006. -№2(48). – С.37
16. Жукова О.Н., Безматерных Д.М. Зообентос озер северо-казахской области // Мир науки, культуры, образования. – С. 277-281
17. Иванова Е.И., Анищенко О.В., Грибовская И.В., Зиненко Г.К., Назаренко Н.С., В.Г.Немчинов, Зуев И.В., Аврамов А.П..Содержание металлов высших водных растениях в небольшом сибирском водохранилище// Сибирский экологический журнал. - 2012. - №4. – С. 485
18. Ивичева К.Н., И.В. Филоненко. Зообентос озера Воже // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.17. - 2015. - №4(4). – С. 706-708

19. Колмакова А.А., Гладышев В.И., Калачева Г.С. Различия аминокислотного состава доминирующих видов фитопланктона в эвтрофном водохранилище// Доклады академии наук. - 2007. Т. 415. №5. С.711-713.
20. Кравчук Е.С., Иванова Е.А., Гладышев М.И. Сезонная динамика численности акинет *Anabaenaflos-aquae* (Lyngb.) Vreb. В поверхностном слое донных отложений и в толще воды.//Докады академии наук. - 2002, том 384,. - №2. – С. 281-282
21. Красненко А.С., Кобелев В.О., Печкина Ю.А., Печкин А.С. Зообентос и ихтиофауна ЯНАО. Проблемы и перспективы. ГКУ ЯНАО «Научный Центр изучения Арктики» Россия, г. Надым // Научный вестник.– 2010. - №6 (2). – С. 40-42
22. Лабай В.С., Шпилько Т.С., Курилова Н.В., Абрамова Е.В. Макробентос горных озер плато Спамберг (о-в Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. - 2011. - №5. – С. 275-288
23. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология. - Минск: БГУ, 2011. – С. 300
24. Лоскутова О. А., Зеленцов Н. И., Щербина Г. Х.. Амфибиотические насекомые горных озер и малых водотоков Урала//Биология внутренних вод. - 2010. - № 1. - С. 1-8
25. Матвеев А. Н., Самусенок В. П., Юрьев А. Л., Андреев Р. С., Помазкова Г. И., Бондаренко Н. А., Рожкова Н. А., Слугина З. В. Гидробиологическая и ихтиологическая характеристика Верхнекичерских озер (бассейн оз. Байкал) // Известия Иркутского Государственного Университета. Серия: Биология. Экология. - 2010. - №2 (3). – С. 26-53
26. Махутова О.Н., Сущик Н.Н., Калачев Г.С.. Информативность состава жирных кислот триацилглицеринов и полярных липидов сестона при анализе спектра питания микрозоопланктона небольшого водохранилища Бугач // Доклады академии наук.- 2004. Т.395. - №4 . - С. 1-4


27. Мельникова А.В.. Зообентос мелководных участков Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Экология природных систем. – 2016. - №2. – С.3
28. Мизер А.М. Зообентос осушной зоны Новосибирского водохранилища // Сибирский экологический журнал. -2011. -№1. –С.69
29. Мисейко Г.Н., Михалина В.В. Зообентос озера Чаны // Биология. - 2014. – С. 90-92
30. Мовчан Е.А., Стогов И.А. Зообентос рек и озер полуострова Ямал в 2014-2006 г // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). - 2016. - №3(24). – С. 48-49
31. Никаноров А. М., Брызгалов В.А. Пресноводные экосистемы в импактных районах России. Ростов-на-дону «НОК». - 2006. – С.148-158
32. Поддубный С.А., Сухова Э.В. Моделирование влияния гидродинамических и антропогенных факторов на распределение гидробионтов в водохранилищах: Руководство для пользователей. – Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати». - 2002. – С. 120
33. "РД 52.24.309-2011. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши" (утв. Росгидрометом 25.10.2011) Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод. Минск: Изд-во ОРЕХ. - 2004. – С. 125
34. Степанова Н.Ю., Яковлев В.А., Латыпова В.З. Зообентос как индикатор экотоксикологической обстановки в Куйбышевском водохранилище // Вестник РУДН.- 2007. - №2. – С. 50
35. Стогов И. А., Мовчан Е.А. Зообентос и качество воды водных объектов Эвенкии в 2015 г// Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). - 2015. - № 10 (19). – С. 50-54
36. Тарасов Г.С., Хамитов О.И., Фролова Л.А. Характеристика сообществ макрозообентоса литорали Куйбышевского водохранилища в районе г. Казань // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. - 2016. С- 135-147



37. Токинова Р.П., Горшкова А.Т., Иванов Д.В.. Зообентос озера Рабигакуль (г. Болгар, Среднее Поволжье) // Экология природных систем. - 2015. - №2. – С. 3-4
38. Чернявская М.В., Кустарева Л.А. Донная фауна озера Чатыр-Куль // Известия Вузов. - 2014. - №3. – С. 91-95
39. Чертопруд М. В. Модификация метода Пантле-Бука для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям зообентоса // Водные ресурсы. - 2002. -№3. – С.337
40. Шевченко А.М. Зообентос оз. Малые Улянды // Башкирское отделение Московского общества испытателей природы. –2014. - С. 47-49
41. Шитиков В.К, Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д Количественная гидроэкология: Методы системной идентификации. – Тольятти: Изд-во Самарского НЦ РАН. - 2003. – С. 463
42. Щербина Г. Х.. Видовой состав и структура макрозообентоса озера Севан в период повышения его уровня // Биология внутренних вод. - 2013. № 2. – С. 5-6
43. Яковенко В.О., Дворецкий А.Л Зообентос Днепровского водохранилища // Наука Украины. – 2010. - №2. – С.88
44. Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Зообентос высокогорных водоемов бассейна Телецкого озера // Мир науки, культуры, образования. - 2008. - №4 (11). – С. 18-19
45. Ivanova E. A. , Anischenko O. V. , Gribovskaya I. V. , Zinenko G. K., Nazarenko N. S. , Nemchinov V. G. , Zuev I. V. , Avramov A. P. Metal Content in Higher Aquatic Plants in a Small Siberian Water Reservoir // Contemporary Problems of Ecology. - 2012. - №5.- С.356
46. Kravchuk Elena S., Ivanova Elena A. and Gladyshev Michail I. Seasonal dynamics of akinetes of *Anabaena flos-aquae* in bottom sediments and water column of small Siberian reservoir // Aquatic Ecology.- 2006.- №40.- С. 325

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии  
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  


М.И. Гладышев

подпись      инициалы, фамилия

« 21 » июня 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

06.03.01 Биология

код – наименование направления

Структура зообентоса водохранилища на р. Бугач, расположенного в районе  
г. Красноярск


тема

Руководитель

  
подпись, дата

С.П. Шулепина  
инициалы, фамилия

Студент ББ14-03Б, 041403246

  
подпись, дата

В.А. Лавринович  
инициалы, фамилия

номер группы, зачетной книжки

Красноярск 2018