

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ

Название работы

**Оценка экологического состояния озера Лебединое на территории заказника
«Лебединый»**

Россия, Алтайский край, город Бийск

Автор:

Небольсина Елизавета,
ученица 11 Г класса, МБОУ «Гимназии № 11»

Научный руководитель :

Капаева Ольга Геннадьевна,
учитель географии
МБОУ «Гимназия №11»

2021 г.

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая часть.....	5
1.1. Физико-географическая характеристика района исследования.....	5
1.2. Экологические и морфологические характеристики особенностей зимующих лебедей	6
1.3. Экологические факторы, их влияние на жизнедеятельность птиц.....	8
1.4. Изучение макрозообентоса.....	11
1.4.1. Определение индекса Майера.....	11
1.4.2. Определение биотического индекса Вудивисса.....	12
1.4.3. Определение олигохетного индекса Гуднайт - Уотлея.....	14
Глава 2. Экспериментальная часть.....	15
2.1. Объект исследование.....	15
2.2. Методы исследования воды.....	15
2.3. Определение качества воды озера.....	16
2.3.1. Результаты расчета общего солесодержания в воде.....	16
2.3.2. Результаты анализа проб воды.....	17
2.4. Определение степени загрязнения озера биоиндикационным методом.....	21
2.4.1. Результаты расчета индекса Майера.....	21
2.4.2. Результаты расчета биотического индекса Вудивисса.....	22
2.4.3. Результаты расчета олигохетного индикса Гуднайт - Уотлея.....	23
Выводы.....	25
Список используемых источников.....	26

Введение

Главная задача охрана природы - охрана генофонда - сохранение биоразнообразия на планете. Биоразнообразие (совокупность видов, сообществ и экосистем) является важнейшим исчерпаемым ресурсом Земли и имеет не только коммерческую, опционную ценность, но и так называемую ценность существования, удовлетворяющую потребность человечества в общении с природой.

Деградация и гибель местообитаний – наиболее важный фактор изменения биоразнообразия. Стоит отметить, что экосистемы внутренних водоемов в мире (149 популяций) деградировали сильнее по сравнению с другими типами экосистем (лесные, морские) и сократились на 50%. Это делает необходимым осуществление специальных природоохранных мероприятий, направленных на защиту всех живых организмов, тем самым способствующих сохранению биоразнообразия для устойчивого развития природы. Современные исследования МСОП показали, что создание таких ООПТ, как национальные парки или заказники – это один из широко используемых методов защиты местообитаний, где более удачными природоохранными действиями является концентрация внимания и значительные финансовые ресурсы по защите конкретного вида или небольшой территории. Их развитие способно играть роль фактора, сдерживающего процесс ухудшения состояния окружающей среды в целом [12].

Общая площадь современного природного-заповедного фонда Алтайского составляет 849,1 тыс.га, площадь заказников – 761,7 тыс.га. Это немногим более 5% всей территории края, что значительно ниже, чем в среднем по Сибирскому федеральному округу (6,7%) и по России. Этого недостаточно для поддержания в целом ландшафтно-экологического равновесия в биосфере. Охрана птиц в ООПТ и временных зонах покоя на Алтае дали возможность сохранить многообразие форм и численность редких и находящихся под угрозой исчезновения видов птиц даже в условиях интенсивной хозяйственной деятельности. Примером тому служит создание в крае государственного природного комплексного заказника “Лебединый”, территория которого характеризуется уникальным местом зимовки водоплавающих. В России существует всего 2 лебединых заказника - на Чукотке, в Анадырском районе и здесь в Алтайском крае. Заказник “Лебединый” - единственное место в континентальной части страны, где лебеди остаются на зимовку в таком количестве. Озеро Лебединое является своеобразным ядром государственного природного заказника, его состояние в целом отражает процессы, происходящие на окружающей территории. Это обуславливает **актуальность**, выбранной темы для исследования [11].

Цель исследования - оценка экологического состояния озера Лебединое.

Задачи:

- проанализировать и систематизировать теоретический материал по теме исследования;
- выявить действия комплекса естественных и антропогенных факторов на условия зимующих птиц;
- провести оценку физико-химических показателей воды и снега водных объектов заказника;
- проверить биоиндикационным методом возможное загрязнение водоема по составу макрозообентоса;
- спрогнозировать возможные сукцессионные изменения водных объектов в сторону эвтрофикации.

Гипотеза исследования: при превышении рекреационной нагрузки произошла структурная перестройка в экосистеме озера и повышение трофического статуса.

Объект исследования: озеро Лебединое государственного природного комплексного заказника “Лебединый”.

Предмет исследования: состав воды озера Лебединое

Методы исследования:

- анализ научной, популярной экологической и химической литературы;
- физико-химический анализ воды и снега;
- эмпирические методы (наблюдение, сравнение);
- математические методы (статические, диаграммы, таблицы);
- биоиндикационный метод.

Время проведения исследовательской работы: сентябрь 2017 года – сентябрь 2020 года.

Практическая значимость: Собранный нами материал в результате собственных наблюдений и исследований позволит использовать его в учебно-воспитательных целях на занятиях и внеклассных мероприятиях, призван способствовать повышению экологической грамотности и культуры учащихся.

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Физико-географическая характеристика района исследования

Государственный природный заказник - это участок, в пределах которого запрещены отдельные виды и формы хозяйственной деятельности с целью охраны одного или нескольких видов живых существ, биогеоценозов, экологических компонентов или общего характера охраняемой территории. Запрет на хозяйствование может устанавливаться на определенный срок или быть бессрочным [6].

Государственный природный комплексный заказник «Лебединый» занимает площадь 38,2 тыс.га (рис.1). Охраняемая территория охватывает озера Лебединое и Кокша (Светлое), участок русла Катуня протяженностью 95 км (от устья Талицы до села Сrostки), представляющий собой нерестилище осетровых рыб, и около 70 островов. Назначение заказника - сохранение природных экосистем Нижнего Прикатуны и в частности естественных мест зимовки лебедя-кликуна и других водоплавающих птиц на незамерзающих участках озер Лебединое и Кокша, а так же мест естественного обитания животных и растений лесостепного и степного комплексов, системы речных островов Катуня с древесно-кустарниковой растительностью, приречных болот и мелких озер. ()

Территория заказника характеризуется уникальным местом зимовки водоплавающих на трех озерах (Лебединое, Безымянное и Кокша) незамерзающих частях рек, вытекающих из этих озер. Два наиболее крупных озера Лебединое и Безымянное примерно равны по площади (около 50-60 га каждое), находятся одно от другого на расстоянии 1 км, а третье от них – в 7 км. Все три озера в течение зимы даже в самые сильные морозы не замерзают благодаря тому, что их питание осуществляется в основном за счет грунтовых вод аллювиальных гравийно-галечных отложений первой надпойменной террасы долины Катуня. О наличии стабильного грунтового питания свидетельствуют многочисленные родники на дне озер и вытекающих из них рек. Среднегодовая температура воды в озерах $+6^{\circ}\text{C}$, максимальная в июле $+14^{\circ}\text{C}$, минимальная в январе иногда опускается до $+0,5^{\circ}\text{C}$ [4,7].

Держаться лебеди зимой чаще всего на Лебедином озере, находящемся в полукilометре от с. Урожайное.



Рис.1 Карта Заказника «Лебединый»

1.2. Экологические и морфологические особенности зимующих лебедей

Лебедь - кликун - водоплавающая птица, находящаяся под охраной, занесен в Красную книгу. После посещения заказника, фотографирования птиц, визуального наблюдения, беседы с егерем и работы с определителями и научной литературы нами было установлено, что в заказнике зимует Лебедь- Кликун - *Cygnus cygnus* (Отряд Гусеобразные - *Anseriformes*, Семейство Утиные - *Anatidae*, Род Лебеди - *Cygnus*). Гнездится на незамерзающих озерах тундры и лесной зоны. Природной средой его обитания является все северное побережье Каспийского моря, Камчатка, Исландия, Япония и даже Шотландия. Встретить кликуна можно в теплое время года, а вот с наступлением холода, он отлетает в теплые регионы, отправляясь в среднюю полосу Сибири, Юго-Восточную Азию, северную часть Средиземноморья [3].

Внешний вид. Крупная птица снежно-белого окраса с характерным, желтым у основания клювом с черным кончиком. Вес взрослой особи достигает до 7-10 кг. Тело его вытянутое, шея длинная, ровная по длине телу. Плавает обычно, держа вертикально шею, а голову под прямым углом. Молодняк отличается от взрослых птиц целиком бледно-серого цвета осенью, а к весне у них часть оперенья на спине становится белой. Основание клюва у молодых особей грязно-розового цвета, а у взрослых - насыщенно-желтого. В два года птица уже почти полностью белая, только часть перьев на голове и некоторые маховые на крыльях серые.



Рис.2 Лебединые пары



Рис.3 Лебеди -Кликуны

Голос у лебедя-кликун громкий, трубный, слышен на очень большом расстоянии .особенно часто они издают его в полете.

Места обитания. В связи с преследованием человеком кликуны гнездятся почти исключительно на глухих водораздельных водоемах, открытых, но густо заросших у берегов тростником или другими видами растительности. На территории заказника в зимний период птицы концентрируются на незамерзающем озере Лебединое и протоках рек Кокша 1, Кокша 2. С середины марта птицы все больше времени проводят на полях и на оттаявших озерах и реках (рис.3).

Питание. Лебеди- кликуны питаются в основном растительной пищей, водными растениями, которые выкапывают клювом, а также кормятся мелкими донными животными (рачками, моллюсками, червями), птенцы, только беспозвоночными. Они не могут нырять, поэтому выбирают водоемы не глубокие. Зимой птиц подкармливают работники заказника “Лебединый” и местные жители не дробленной кормосмесью из овса и пшеницы с добавлением гороха.

Гнездование. Гнездятся кликуны на берегах водоемов: по возможности крупных озер, покрытых густыми зарослями. Гнездо- крупная постройка, диаметром 2-3 м, изомха, травы или тростника на мелководье у берега или на островке. В кладке 4-6 белых или желтоватых яиц. На гнездовых участках кликуны ведут себя вполне миролюбиво. Есть факты находок гнезд уток у основания гнезд кликунов.

Размножение. Пары у кликунов постоянные, только в случае гибели партнера лебедь ищет замену. На втором году жизни лебеди начинают формировать пары, но размножаться с четырех лет. Самка насиживает яйца, самец находится поблизости и охраняет гнездо. Через 5 недель вылупляются птенцы. Они могут самостоятельно добывать себе пищу, зачастую держатся возле родителей уже после того, как научатся летать (рис.2) [3].

Фенология. Весенние миграции у лебедя-кликунa начинаются очень рано: на южном Алтае- в марте; в Туве и Хакасии- в начале декады апреля; на реках Ангаре и Енисее- в конце апреля. Стабильный пролет весной проходит в сжатые сроки и охватывает на юге региона вторую- третью декады апреля, на среднетаежном Енисее и на средней Ангаре- третью декаду апреля и начало мая. Осенние миграционные подвижки начинаются чаще всего в сентябре. В то же время из мест размножения выводки уходят уже в августе, смещаясь в традиционные места скопления, На юге региона осенний пролет кликуна выражен слабо. Заканчивается пролет этих птиц поздно осенью- в конце октября. Зимовки птиц обозначенных группировок не ясны. Предположительно лебеди енисейской группировки мигрируют на юго-запад и зимуют в бассейне Каспийского моря, где находится крупнейшая зимовочная концентрация вида [4].

По данным орнитологов АлтГУ, лебеди прилетают на зимовье из тундры Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Это выяснили по изотопному анализу перьев птиц [12].

Численность. Больше всего лебедей обитает в лесотундровом, северо-таежном левобережье Енисея и в притоках Нижней Тунгуске.

Лимитирующие факторы. Основными лимитирующими факторами уменьшения численности кликуна следует считать как прямое истребление браконьерами, так и уничтожения среды обитания данного вида как в местах остановок на пролете, так и на местах зимовок. За время существования заказника не было зарегистрировано ни одного факта браконьерства [2].

1.3. Экологические факторы, их влияние на жизнедеятельность птиц

Экологические факторы проявляют все воздействие благодаря постоянно меняющимся характеристикам, количественные выражения которых подвержены изменениям. Постоянная изменчивость, подвижность, динамичное действие разных сторон отличает их от средообразующих элементов.

В результате длительного потепления климата на Земле, связанного с колебаниями солнечной активности, интенсивностью процессов атмосферной циркуляции и техногенным воздействием, произошло изменение основных климатических показателей и на Алтае, а именно: зимние температуры во второй половине 20 в. стали значительно выше, чем в начале века; зима стала короче, а осень длиннее; снегостояние начинается раньше; образование постоянного снежного покрова и ледостава на водоемах наступают позже; увеличилась площадь незамерзающих рек и озер (рис.5) [14]. Данные особенности изменения климата повлияли на количество водоплавающих птиц,

остающихся на зимовку, численность которых постоянно растет (рис.4). Нами были обработаны результаты орнитологических исследований А.П. Кучина и составлены диаграммы, которые показывают динамику изменения численности лебедя-кликун и температурного режима на Алтае за последние 60 лет [5].

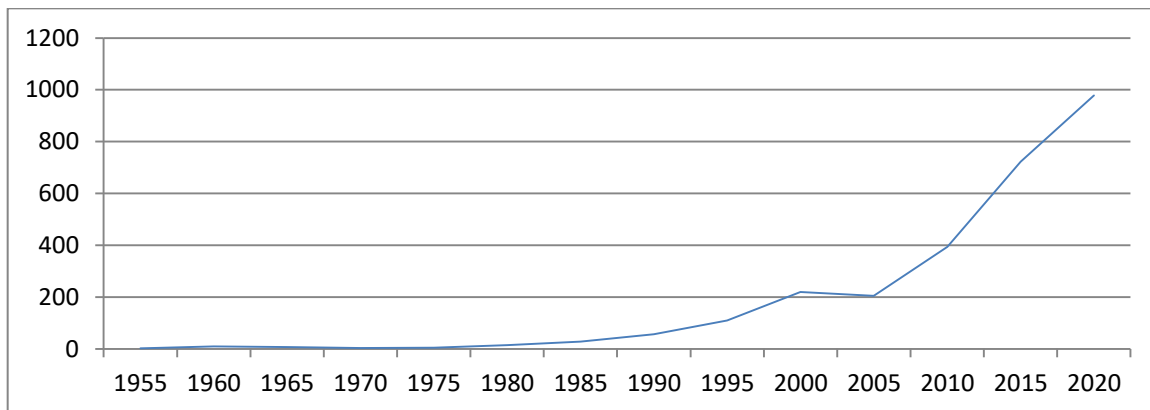


Рис. 4 Динамика изменения численности особей лебедя-кликун.

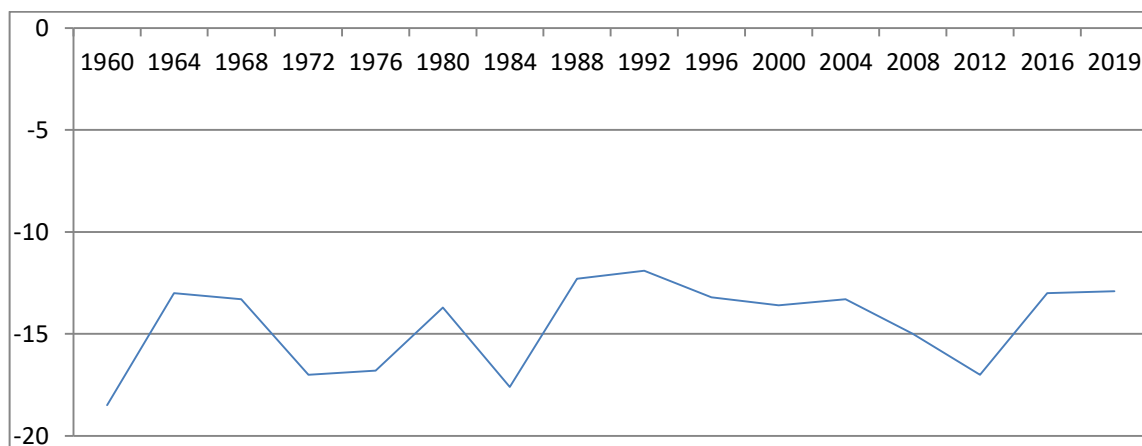


Рис. 5 График средних температур в зимний период в Заказнике «Лебедино»

По полученным результатам можно сделать следующие выводы: увеличение численности лебедей и других водоплавающих птиц на зимовках как в заказнике, так и на территории Алтая не достигло своего пика; главная причина увеличения их численности связана с глобальным потеплением климата; численность лебедей постоянно возрастает, причем лебеди осваивают новые районы для мест зимовок на территории Бийского, Советского районов. Так, примерно 10 лет назад в окрестностях г. Бийска в поселке “Молодежный” появились лебеди-кликуны. С каждым годом их становится все больше. Они греются у берега на проталине от консольного сброса ТЭЦ-1.

Действие человека, является определяющим и влияет на развитие всей водной экосистемы в целом в пределах заказника. Главными условиями жизнедеятельности птиц на зимовке являются кормовая база и режим охраны, которые здесь осуществляются, тем

самым искусственно поддерживает существование и дальнейшее развитие этой системы (рис 6,7).

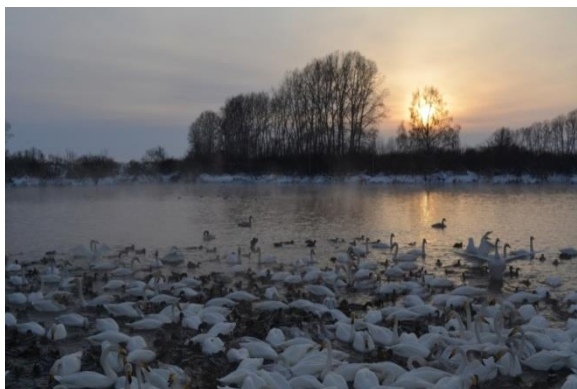


Рис. 6,7 Кормление птиц

Вместе с возрастающей популярностью заказника “Лебединый” растут и масштабы антропогенного воздействия на природный комплекс. Это грозит тем, что лебеди найдут другое место для своей зимовки и улетят, что противоречит одной из целей заказника: сохранение естественных мест зимовки лебедей и других птиц. В этом году за новогодние каникулы заказник посетило около 15 тыс. гостей, в среднем это полторы тысячи людей в день. Лебеди привыкли к людям .

Территория, прилегающая к озеру, оборудована смотровой площадкой пирсом для выхода к воде, чтобы наблюдать за птицами и открыта для приема посетителей круглогодично (рис.10,11). Для повышения экологической грамотности посетителей здесь размещены информационные стенды о заказнике (рис.8,9). Организованная парковка для более 50 автомобилей находится на расстоянии около 1 км от озера. Дорога регулярно расчищается.





Рис.10 Смотровая площадка



Рис.11 Пирс

1.4. Изучение макрозообентоса

Под влиянием антропогенной нагрузки нарушаются структура и качественный состав биоценозов. Загрязняющие вещества накапливаются преимущественно в грунтах и в макрофитах, в связи с этим их влияние на биоту может быть длительным и постоянным. В работе мы использовали 3 методики: определение биотического индекса Майера, Вудивисса и олигохетного индекса Гуднайт-Уотля [9].

1.4.1. Определение индекса Майера

Это простая методика так как никаких беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида; методика годится для любых типов водоемов. Метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы-индикаторы отнесены к одному из трех разделов (таблица 1). Вам нужно отметить, какие из приведенных в таблице индикаторных групп обнаружены в каждой пробе. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1. Получившиеся цифры складывают. Значение суммы и характеризует степень загрязненности водоема. По значению суммы (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема: более 22 баллов – водоем чистый и имеет 1 класс качества воды; 17-21 баллов – 2 класс качества (как и в первом случае, водоем будет охарактеризован как олигосапробный); 11-16 баллов – умеренная загрязненность, 3 класс качества (β -мезосапробная зона). Все значения меньше 11 характеризуют водоем как грязный (α -мезосапробный или же полисапробный) (таблица 2) [13].

Таблица 1. Индекс Майера

Обитатели чистых вод	Организмы средней степени чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
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	Личинки мошки
	Моллюски-живородки	Малощетинковые черви

Таблица 2. Классификация качества воды по индексу Майера

Класс	Состояние водоема	Индекс Майера
I	Очень чистое (ксеносапробное)	> 22
II	Чистое (олигосапробное)	17 - 21
III	Умеренно загрязненное (β-мезосапробное)	11 - 16
IV	Загрязненное (α-мезосапробный)	< 11
V	Грязное (β-полисапробное)	< 11
VI	Очень грязное (α-полисапробное)	< 11

1.4.2. Определение биотического индекса Вудивисса

Наиболее известен индекс р.Трент, чаще называемый индексом Ф. Вудивисса. Изучая влияние загрязнения на бентос р.Трент (Англия), Вудивисс обратил внимание на то, что по мере увеличения загрязнения из состава донной фауны первыми исчезают наиболее чувствительные группы беспозвоночных – веснянки, затем поденки, ручейники и т.д. Последними остаются олигохеты и личинки красного мотыля, исчезающие только при очень сильном загрязнении. За "группу" принимается: любой вид плоских червей; класс малощетинковые черви; любой вид моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей; любой вид веснянок, жуков; любой род поденок, кроме *Baetis rhodani*; любое семейство ручейников; семейство комаров-звонцов (личинки), кроме *Chironomus* sp.; *Chironomus* sp.; личинки мошки (семейство *Simuliidae*); каждый известный вид личинок других летающих

насекомых. Определив количество обнаруженных в пробе групп, находим соответствующий столбец таблицы. На перекрестке столбца и строки в таблице находим значение индекса Вудивисса, характеризующее исследуемый водоем. Если водоем получает от 0 до 2 баллов – он сильно загрязнен, относится к полисапробной степени сапробности; 3 - 5 балла говорит о загрязненности водоема (α -мезосапробный); 6 - 7 баллов – о умеренном загрязнении водоема (β -мезосапробный). Чистые (олигосапробные) водоемы обычно получают оценку 8 - 10 баллов. Очень чистые (ксеносапробные) водоема имеют более 10 баллов степени сапробности [13].

Таблица 3. Биотический индекс Вудивисса для оценки загрязнения водоемов

Наличие индикаторных групп	Всего найдено “групп”				
	0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	16 >
Веснянки >1	-	7	8	9	10
1 вид	-	6	7	8	9
Поденки >1	-	6	7	8	9
1 вид	-	5	6	7	8
Ручейники >1	-	5	6	7	8
1 вид	4	4	5	6	7
Бокоплав (личинки мошек)	3	4	5	6	7
Водяной ослик	2	3	4	5	6
Олигохеты и (или) личинки хирономид (комаров-звонцов)	1	2	3	4	-
Отсутствуют все названные группы , виды с воздушным дыханием (крыска)	0	1	2	-	-

Таблица 4. Классификация качества воды по биотическому индексу Вудивисса

Класс	Состояние водоема	Биотический индекс
I	Очень чистое (ксеносапробное)	> 10
II	Чистое (олигосапробное)	8-10
III	Умеренно загрязненное (β -мезосапробное)	6 - 7
IV	Загрязненное (α -мезосапробный)	3 - 5
V	Грязное (β -полисапробное)	0 - 2
VI	Очень грязное (α -полисапробное)	0

1.4.3. Определение олигохетного индекса Гуднайт - Уотлея

Эта методика биоиндикации используется только для определения загрязнения водоема органическими веществами. Для определения значения олигохетного индекса годятся только материалы дночерпательных проб. Значение индекса (а) равняется отношению количества обнаруженных в пробе олигохет (малощетинковых червей) к общему количеству организмов (включая и самих червей) в процентах:

$$a = \frac{N \text{ Oligochaeta}}{N \text{ всех организмов}} * 100\%$$

Таблица 5. Олигохетный индекс Гуднайт - Уотлея

Значения индекса , %	Степень загрязнения воды	Класс качества
< 30	Отсутствие загрязнения	1 - 2
30 - 60	Незначительное	2 - 3
60 - 70	Умеренное	3 - 4
70 - 80	Значительное	4 - 5
> 80	Сильное	5 - 6

Глава 2. Экспериментальная часть

2.1. Объект исследования

Озеро Лебединое начинается выходом многочисленных родников, названных в совокупности родником Лебединым. Можно видеть, как сквозь песчаные отложения поднимаются струйки подземных вод, образуя небольшие водовороты. Из-за обилия ключей, бьющих со дна и питающих водоем теплой водой, озеро зимой не замерзает, даже в 40-градусный мороз температура воды не опускается ниже плюс 5-6 градусов. Много ключей встречается и вдоль берегов озера. Площадь озера 26,6 га средняя глубина 0,7 м. Вода чистая и прозрачная [4]. Берега озера пологие, местами заболоченные. Почти по всей окружности водоема на 2-4 м покрыты зарослями жесткой надводной растительности в основном, тростником южным, рогозом широколистным, за ними следует телорез обыкновенный (рис.12). Вблизи берегов на мелководьях скудно произрастают плавающие (кубышка желтая, ряска малая) высшие водные растения (рис.13). Обилие высшей водной растительности на озере свидетельствует о его высоком трофическом уровне и начавшемся процессе естественного эвтрофирования.



Рис.12 Надводная растительность



Рис.13 Высшие водная растительность

2.2. Методы исследования воды

Для более детальной оценке экологического состояния нами был проведен анализ органолептических, физико-химических свойств воды из озера Лебединый для оценки качества поверхностных вод. Также проверить биоиндикационным методом возможное загрязнение водоема по составу макрозообентоса, потому как это позволит оценить последствия как постоянного, так и разового загрязнения, усредняя загрязняющие эффекты во времени.

Оценка качества воды и снега определялась по следующим показателям: органолептические и физические, гидрохимические показатели, щелочность и кислотность, рН, растворенный кислород, сухой остаток. Для проведения экспериментальной части использовались методики представленные в учебно-методическом пособии «Экологический мониторинг» под ред. Т.Я. Ашихминой [1]. Определение железа и содержание хлора в воде произвели по тест - системе «Железо общее», «Активный хлор», который применяется для экспресс-анализа.

За время проведения эксперимента были отобраны пробы воды и снега в феврале 2018, 2019 г.г. и в августе 2018 г пробы воды (рис.13,14). Исследования проводились в лаборатории кабинета химии МБОУ «Гимназия №11».

Для определения степени загрязнения водоема нами было выбрано пять пробных площадок в разных частях озера и протоке озера:

ПП № 1 - южная часть озера

ПП № 2 - восточная часть озера

ПП № 3 - западная часть озера

ПП № 4 - северная часть озера

ПП №5 - протока озера, где антропогенная нагрузка значительно увеличена, т.к. по берегам которой располагаются жилой массив села Урожайное с хозяйственными и надворными постройками (рис.14).

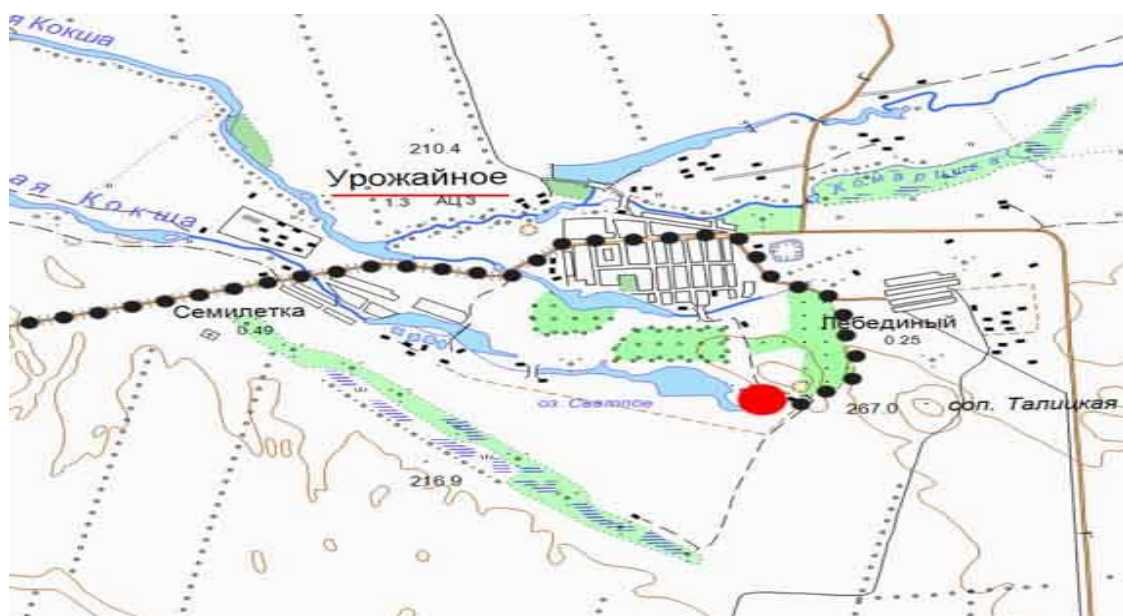


Рис.14 Место отбора проб воды

2.3. Определение качества воды озера

2.3.1. Результаты расчета общего солесодержание в воде

Результаты, полученные в ходе определения общего солесодержания приведены в таблице 6. Они позволяют сделать вывод о том, что вода из озера и в талая вода были содержат примеси солей в не большом количестве.

Таблица 6. Результаты, полученные в ходе определения общего солесодержания

	февраль, 2018		Август, 2018	февраль, 2019		Август, 2020
	I (Талая вода)	II (Вода из озера)	II (Вода из озера)	I (Талая вода)	II (Вода из озера)	II (Вода из озера)
Массовая доля вещества, %	0,00202 %	0,00234 %	0,00213 %	0,00574 %	0,00321 %	0,00275%

Перед проведением исследования, по пределение общего солесодержания, взвешивают фарфоровые чашки, с которыми будут проводить работу. К 100 мл профильтрованной воды прибавляют 1 мл 10%-ного раствора соляной кислоты, затем выпаривают до сухого остатка, взвешивают. В воде из озера и в талой воде были обнаружены примеси солей в неболольшом количестве.

2.3.2. Результаты анализа проб воды

Органолептика воды позволяет на ранних этапах выяснить наличие посторонних загрязнений: гибнущей рыбы и водорослей, повышенного содержания ила в воде, масляных пленок. Органолептические показатели позволяют определить наличие в воде загрязнений без использования сложных приборов и методов (рис. 15,16). Благодаря им на первом этапе исследований можно предположить, что вода чистая (таблица 7).

Таблица 7. Результаты анализа проб воды, органолептические показатели

Анализ	Зимняя проба 2018 г.		Летняя проба 2018 г.	Зимняя проба 2019 г.		Летняя проба 2020 г.
	Талая вода	Вода озера Лебединое	Вода озера Лебединое	Талая вода	Вода озера Лебединое	Вода озера Лебединое
Прозрачность	прозрачная		прозрачная	прозрачная		прозрачная
Запах	Без запаха (1балл)		Без запаха (1балл)	Без запаха (1балл)		Без запаха (1балл)

Цветность	бесцветный	бесцветный	бесцветный	бесцветный
-----------	------------	------------	------------	------------

Изучение органолептических показателей воды позволяет отмечать явления, нетипичные для исследуемых водных источников. Органолептика воды позволяет на ранних этапах выявить наличие посторонних загрязнений: гибнувшей рыбы и водорослей, повышенного содержания ила в воде, масляных пленок. Органолептические показатели позволяют определить наличие в воде загрязнений без использования сложных приборов и методов. Благодаря им на первом этапе исследований можно предположить, что вода чистая.



Рис. 15,16 Водные объекты заказника

Ранее (2016 г.) была проведена экспертиза химического состава проб воды, выполненного Комплексной лабораторией по мониторингу загрязнения природной среды (КЛМС Бийск). По своему статусу КЛМС является сетевым подразделением Алтайского центра Гидрометеорологии и Мониторинга природной среды (АЦГМС, г. Барнаул) в составе Западно-Сибирский Центра Мониторинга природной среды в г. Новосибирске, она призвана независимо и объективно оценивать уровень загрязнения атмосферного воздуха и природных вод с постоянным сбором и выдачей в Западно-Сибирский центр статических данных.

Результаты определения сульфатов, нитратов и нитритов, и другие показатели качества воды приведены в таблице 3.

Сульфат – ионы являются важнейшими компонентами химического состава поверхности вод. В поверхностные воды сульфаты поступают главным образом за счет процессов химического выветривания и растворения серосодержащих минералов. Значительное количество сульфатов поступающих в процессе отмирания организмов и окисления веществ растительного и животного происхождения, а также с

промышленными и бытовыми сточными водами, повышенное содержание сульфатов ухудшают органолептические свойства воды.

Водородный показатель (рН) – величина, представляющая собой взятый с обратным знаком десятичный логарифм их концентрации, рН – является одним из важнейших показателей качества вод, характеризующих состояние в них кислотно-основного равновесия. В речных и озерных водах зимой отмечается более низкое по сравнению с летним периодом значения рН. Величина рН поверхностных вод, может изменяться более широких пределах из-за наличия в их составе сильных кислот и оснований.

Азот относится к числу биогенных элементов и его соединения имеют особое значения для развития жизни в водных объектах. При отсутствии азотсодержащих соединений в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток этих соединений также приводит к негативным последствиям, вызывая ухудшения качества воды. Представляется главным образом в виде нитратов, Нитритов, аммиака и ионов аммония. Основным источником поступления является разложение клеток отмерших организмов.

Жесткость – свойство природной воды, определяемое присутствием в ней растворенных солей кальция и магния. В естественных условиях ионы кальция и магния поступают в воду в результате взаимодействия диоксида углерода с карбонатными минералами и при других процессах растворения и химического выветривания горных пород. Вода с жесткостью менее 4 моль/дм³ эквивалента характеризуется как мягкая; от 4 до 8 – средней жесткости; от 8 до 12 – жесткая; более 12 – очень жесткая. Высокая жесткость, особенно обусловленная солями магния, ухудшает органические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая действия на органы пищеварения.

При отсутствии в воде **фосфора** рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток этих соединений также приводит к негативным последствиям, вызывая ухудшение качества воды. Содержание общего в водных объектах не нормируется.

Основным источником **кальция** являются процессы выветривания и растворением минералов, прежде всего известняков, доломитов, гипса. Концентрация кальция в поверхностных водах имеет заметные сезонные колебания: весной содержания ионов кальция повышено, что связано с легкостью выщелачивания растворимых солей кальция из поверхностного слоя почв и пород.

Кремний бывает в растворенном, взвешенном и коллоидном состоянии. Растворенные формы кремния представлены главным образом, в виде кремнекислоты,

продуктов ее диссоциации, а также органическими соединениями. Содержание кремния в слабо загрязненных водоемах поверхностных водах подвержено заметным сезонным колебаниям.

Фенолы - производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. В естественных условиях фенол образуется в процессе метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде и трансформации органических веществ.

Химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода, расходуемого на окисление содержащихся в воде органических и неорганических веществ в кипящем кислом растворе дихромата калия, содержащего катализатор. ХПК общепринятый, важный и быстро определяемый показатель [8].

Дополнительно талая вода и вода из озера «Лебединое» исследовалась на УЭП, минерализацию, ХПК, фториды, фосфаты. Результаты исследования так же подтвердили уникальную чистоту Лебединого озера.

Таблица 8. Концентрация компонентов, содержащихся в поверхностной воде озера и талой воде

№	Компоненты	Единицы измерения	Показатель, содержащийся в воде озера	Показатель, содержащийся в талой воде	Норматив качества*
1	рН	Единицы рН	7,8	6,5	6,5-8,5
2	УЭП	Ом*м ² /м	208,6	14,7	5,0
3	Минерализация	мг/дм ³	106,0	7,36	1,86
4	ХПК	мг/дм ³	6,2	9,2	15,0
5	NO ₂	мг/дм ³	0,001	0,004	0,02
6	NO ₃	мг/дм ³	0,35	0,20	9,1
7	Железо общее	мг/дм ³	0,02	0,01	0,1
8	Хлориды	мг/дм ³	0,6	0,2	300,0
9	Сульфаты	мг/дм ³	6,6	1,8	100,0
10	Фториды	мг/дм ³	0,11	0,04	0,75
11	Фосфаты	мг/дм ³	0,008	0,009	0,2

Примечание: * - ПДК веществ для водных объектов.

Исходя из полученных экспериментальным путем данных, можно сделать вывод о том, что свойства и чистота воды играют важную роль в выборе мест зимовки у лебедей. Но главными факторами являются температурный режим, кормовая база и незамерзающая часть водной территории места зимовки.

По результатам исследований мы определили тип озера заказника. По питательности содержащихся веществ такие озера относятся к олиготрофным озерам. Они характеризуются бедностью минеральным азотом и особенно фосфором. В воде присутствует много кислорода, в то же время содержание углекислого газа невелико; отличается нерастворимостью соединений железа. Вода прозрачная, берега песчаные, дно покрыто галечником. В таком водоеме, обедненном питательными элементами, может существовать богатый, разнообразный биоценоз из рыб, бентосных растений, которыми они питаются.

Проанализировав результаты проб талой воды и воды из озера “Лебединое”, можно с уверенностью утверждать, что вода озера характеризуется отсутствием примесей, высокой прозрачностью, нейтральным рН и низким содержанием металлов. Мы оставили часть воды в помещении лаборатории, чтобы установить срок, когда она помутнеет. Однако и в прошествии 1-ого года исследуемая вода не изменила своих свойств, даже находясь при температуре +22 С. Мы предложили, что возможно в воде озера повышенное содержание серебра. В ходе беседы с егерем заказника было установлено, что озеро питается подземными водами, таки образом, наше предположение о наличие серебра вполне достоверно. Однако при исследовании проб наличие значимых величин серебра в воде не подтвердилось. Вероятно, длительность хранения проб обеспечивается чистотой озерной воды.

2.4. Определение степени загрязнения озера биоиндикационным методом

Для определения степени загрязнения водоема нами было выбрано пять пробных площадок в разных частях озера и протоке озера. На всех площадках было обнаружено разное количество беспозвоночных животных в пробах. На ПП № 1 (южная часть озера) было обнаружено 18 видов беспозвоночных , на ПП № 2 (восточная часть озера) индекфицировано 17 особей, на ПП № 3 (западная часть озера) обнаружено 20, на ПП № 4 (северная часть озера) идентифицировано 16 особей (рис.17), на ПП № 5 (протока озера) обнаружено 10 особей (рис.18).

2.4.1. Результаты расчета индекса Майера

Методика Майера пригодна для любых типов водоемов, используется приуроченность различных групп водных беспозвоночных к определенным уровням загрязненности. С 5-и мест сбора пробы было обнаружено разное количество групп беспозвоночных. Было идентифицировано 10 видов относящихся к 9 отделам, в том числе Plecoptera (Веснянки), Ephemera vulgate (Поденка обыкновенная), Trichoptera (Ручейники),

Gammaridae (Бокоплав), Asellus aquaticus (Водяной ослик), Chironomidae (Комары - звонцы, или комары - дергуны), Sialidae (Вислокрылки), Tipulidae (Комары - долгоножки), Planorbidae (Моллюски – катушки), Hirudinea (Пиявки). В исследуемом водоеме были обнаружены животные относящиеся к 3 категориям. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9. Результаты по индексу Майера

Номер пробы, №	Индекс Майера	Состояние водоема	Степень сапробности	ККВ
1	19	Очень чистое	Ксенопробная	I
2	20	Очень чистое	Ксенопробная	I
3	19	Очень чистое	Ксенопробная	I
4	16	Умеренно загрязненное	β - мезосапробная	III
5	4	Загрязненное	α - мезосапробная	IV

$$\text{ПП №1: } 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 = 19$$

$$\text{ПП №2: } 4 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 20$$

$$\text{ПП №3: } 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 = 19$$

$$\text{ПП №4: } 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 = 16$$

$$\text{ПП №5: } 0 \cdot 3 + 1 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 4$$

При обработке проб озера Лебединое, мы делаем вывод, что ПП № 1,2,3 (южная, восточная, западная части озера) имеют очень чистое состояние и ксенопробную степень сапробности. ПП № 4 (северная часть озера) имеет умеренно загрязненное состояние и β - мезосапробную степень сапробности. ПП № 5 (протока озера) имеет загрязненное состояние и α - мезосапробную степень сапробности.

2.4.2. Результаты расчета биотического индекса Вудивисса

Метод Вудивисса предполагает сбор только качественных проб, без учета обилия животных, и допускает определение животных до уровня отрядов и семейств. Индекс Вудивисса предназначен для рек, однако применяется для оценки сапробности практически самых разных водоемов. Все точки сбора проб находились в прибрежной зоне, потому как там донная фауна наиболее разнообразна [13]. С 5-и мест сбора пробы было обнаружено разное количество групп беспозвоночных. Было идентифицировано 6 видов относящихся к 6 отделам, в том числе Plecoptera (Веснянки), Ephemera vulgate (Поденка обыкновенная), Trichoptera (Ручейники), Gammaridae (Бокоплав), Asellus

aquaticus (Водяной ослик), Chironomidae (Комары - звонцы, или комары - дергуны).

Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10. Результаты по биотическому индексу Вудивисса

Номер пробы, №	Индекс Вудивисса	Состояние водоема	Степень сапробности	ККВ
1	23	Очень чистое	Ксеносапробная	I
2	24	Очень чистое	Ксеносапробная	I
3	24	Очень чистое	Ксеносапробная	I
4	19	Очень чистое	Ксеносапробная	I
5	6	Умеренно загрязненное	β - мезосапробная	III

ПП № 1: $6 + 5 + 4 + 4 + 2 + 2 + 0 = 23$

ПП № 2: $6 + 5 + 4 + 5 + 2 + 2 + 0 = 24$

ПП № 3: $6 + 5 + 4 + 5 + 2 + 2 + 0 = 24$

ПП № 4: $6 + 0 + 4 + 5 + 2 + 2 + 0 = 19$

ПП № 5: $0 + 0 + 0 + 0 + 4 + 2 + 0 = 6$

При обработке проб озера Лебединое, мы делаем вывод, что ПП № 1,2,3,4 (южная, восточная, западная, северная части озера) имеют очень чистое состояние и ксенопробную степень сапробности. ПП № 5 (протока озера) имеет умеренно загрязненное состояние и β- мезосапробную степень сапробности.

2.4.3. Результаты расчета олигохетного индекса Гуднайт - Уотлея

Показателем качества воды в озерах и прудах является ее трофность, т.е. количество органических веществ, накопленных в процессе фотосинтеза в условиях наличия биогенных элементов (азот, фосфор, калий). После смерти животных возникают проблемы с разложением их трупов и изменением газового состава воды. Индекс Гуднайт - Уотлея используется только для определения загрязнения водоема органическими веществами. Роль биоиндикаторов в этом случае играют личинки комаров-дергунов или хирономусов и малощетинковые кольцецы. Во взятых мною пробах был обнаружен один вид малощетинковых червей, Трубочник обыкновенный (*Tubifex tubifex*). Общее количество особей Трубочника обыкновенного в пробах с 5 мест было обнаружено 8 особей. Результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11. Результаты по олигохетному индексу Гуднайт - Уотлея

Номер пробы, №	Индекс Гуднайт-Уотля, %	Состояние водоема	Степень сапробности	ККВ
1	5,56	Очень чистое	Ксеносапробная	I
2	5,88	Очень чистое	Ксеносапробная	I
3	10	Очень чистое	Ксеносапробная	I
4	18,75	Очень чистое	Ксеносапробная	I
5	30	Чистое	Олигосапробная	II

ПП № 1: $1/18 * 100\% = 5,56\%$

ПП № 2: $1/17 * 100\% = 5,88\%$

ПП № 3: $2/20 * 100\% = 10\%$

ПП № 4: $3/16 * 100\% = 18,75\%$

ПП № 5: $3/10 * 100\% = 30\%$

Исходя из полученных экспериментальным путем данных, мы делаем вывод, что ПП № 1,2,3,4 (южная, восточная, западная, северная части озера) имеют очень чистое состояние и ксеносапробную степень сапробности. ПП № 5 (протока озера) имеет чистое состояние и олигосапробную степень сапробности. Тем самым можно сказать, что озеро Лебединое и его протока не загрязнены органическими веществами.



Рис. 17 Вода из озера



Рис. 18 Вода с протоки озера

Каждому водоему присущ свой естественный “фон” сапробности. Он чем выше, тем богаче продукцией и беднее водой окружающий ландшафт, чем меньше поступит в водоем кислорода и теплее вода. Кроме того, стоячие водоемы богаче органическим веществом, чем текущие, а непроточные - богаче, чем проточные. Но озеро заказника “Лебединый” характеризуется бедностью минеральным азотом и особенно фосфором. В воде присутствует много кислорода, поэтому органические остатки интенсивно минерализуются и донные отложения бедны ими. Условия для развития животных

благоприятны на всех глубинах, но олиготрофные озера содержат малое количество биогенных элементов, в результате они бедны планктоном.

При откармливании зимующих птиц большое количество остатков кормосмеси попадает на дно озера. Это должно привести к эвтрофикации не только озера, но и вытекающих из него рек, так как заказник существует более 40 лет, но вода остается очень чистой, без каких-либо примесей. Существует узкая специализация экологических ниш для каждой популяции птиц в местах зимовки (одни собирают корм на поверхности воды, другие со дна водоема). Более полному поеданию корма способствуют представители ихтиофауны (каarp, ёрш, форель и др.), которые собирают остатки со дна. Поэтому эвтрофикации озёрная вода не подвергается и остается всегда чистой.

Выводы

1. Изучены литературные источники по теме исследования, которые позволили определить условия зимовки лебедей.
2. Проведенные повторные исследования проб воды, позволяют с уверенностью утверждать, что вода озера характеризуется низким содержанием солей, высокой прозрачностью, нейтральным рН и низким содержанием металлов. Наличие значимых величин серебра в воде не подтвердилось. Вероятно, длительность хранения проб обеспечивается чистотой озёрной воды.
3. Главными факторами, определяющие особенности зимовки лебедей на территории заказника являются температурный режим, корм, незамерзающая часть территории места зимовки. Озеро Лебединое по питательности содержащихся веществ является олиготрофным озером.
4. Используя методики биологической индикации по показателям макрозообентоса, определили, что экологическое состояние исследуемого озера удовлетворительное. Эвтрофикации озёрная вода не подвергается и остается всегда чистой.

В процессе работы и обобщения теоретического материала об условиях зимующих лебедей, в целом, была подтверждена гипотеза о том, что на территорию заказника птиц привлекает не столько физико-химические свойства воды, сколько площадь незамерзающих рек и озер, хорошие кормовые и защитные условия.

Список используемых источников:

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг, «Агар», «Рандеву-АМ», 2000
2. Брем А. Жизнь животных. – М:Эксмо, 2008 -960с.
3. Дмитриев Ю.Д. Соседи по планете. Птицы.- М:Олимп: ООО «Издательство АСТ-ЛТД», 1998. -416с.
4. Дзагоева, Е.А. Экскурсия «Лебединый рай» [Текст]: учебный справочник / Е.А.Дзагоева, Т.Е.Кирьянова. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2012. – 54 с. – 100 экз. – (Серия «Банк экскурсий»)
5. Кучин А.П. Птицы Алтая /– Горно – Алтайск, 2014 (с.111-112)
6. Николайкин Н.И, Николайкина. Мелехова О.П Экология: учеб.для вузов – 6-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2008. – 622, [2] с.: ил.
7. Эбель А.Л. Зимние сказки Лебединого озера. Фотоальбом серии «Мой край Алтай»/ Барнаул: АЗБУКА, 2014. – 128 с.: ил.
8. --<http://barnaul.sibnovosti.ru/society/281576-osobo-ohranyaemyh-prirodnih-territoriy-v-altayskom-krae-stanet-bolshe> [Электронный ресурс] (Дата обращения 07.10.2018)
9. Мониторинг загрязнения водоемов по составу макрозообентоса <http://www.edu21.cap.ru/home/6440/aprel%202012/makrozoobentos.doc> [Электронный ресурс](Дата обращения 09.09.2019)
10. Откуда прилетают лебеди зимой <https://tass.ru/obschestvo/5862126> [Электронный ресурс] (Дата обращения 31.01.2019)
11. Официальный сайт государственного природного комплексного заказника «Лебединый» <http://zakaznik-lebedi.ru/about> [Электронный ресурс] (Дата обращения 22.01.2019)
12. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде <http://gbpp.org/wp-content/uploads/2014/09/prelims.pdf> - [Электронный ресурс](Дата обращения 16.10.2018)
13. Рекомендации по оценке состояния экосистем малых водоемов по организмам макрозообентоса http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2007/rekom_poljakova_2007.pdf [Электронный ресурс] (Дата обращения 25.11.2019)

14. Статистические климатические архивы городов России http://www.atlas-yakutia.ru/weather/stat_weather_298380.ph - [Электронный ресурс](Дата обращения 12.09.2018)