



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

### Гидроэкологическое состояние озер Узункуль и Касарги

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование  
Направленность (профиль) программы бакалавриата  
«Экономика. География»

Проверка на объем заимствований:  
82,50 % авторского текста

Работа рекомендована к защите  
«01» июня 2018 г.  
зав. кафедрой географии и МОГ  
Малаев Александр  
Владимирович

Выполнила:  
Студентка группы ОФ-501/069-5-1  
Байжанова Карина Кайратовна

Научный руководитель:  
к.г.н., доцент  
Захаров Сергей Геннадьевич

Челябинск  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЗЕР .....	6
1.1 Географическое положение .....	6
1.2 Рельеф и геологическое строение .....	7
1.3 Климат .....	9
1.4 Почвенный покров .....	11
1.5 Растительность, животный мир, ландшафт.....	12
1.6 Особенности формирования гидрографической сети.....	13
Выводы по первой главе.....	17
ГЛАВА 2. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕР УЗУНКУЛЬ И КАСАРГИ .....	18
2.1 Материалы и методы исследования .....	18
2.2 Морфометрия.....	21
2.3 Режим основных ионов .....	24
2.4 Режим микроэлементов .....	29
2.5 Режим биогенных веществ.....	33
2.6 Органическое вещество в воде озер.....	34
Выводы по второй главе.....	36
ГЛАВА 3. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕР УЗУНКУЛЬ И КАСАРГИ И ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗЕРНЫХ РЕСУРСОВ .....	38
3.1. Гидроэкологическая характеристика озер .....	38
3.2 Трофический режим водоемов .....	39
3.3 Качество воды и ее пригодность .....	39

3.4 Рекомендации по оптимальному использованию озерных ресурсов.	41
Выводы по третьей главе .....	43
<b>ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ</b> .....	<b>45</b>
4.1 Роль полевых исследований в школьном курсе географии.....	45
4.2 Озеро, как объект исследования.....	45
4.3 Технологическая карта внеклассного мероприятия .....	46
Выводы по четвертой главе .....	54
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>56</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	<b>58</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>61</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Озера Узункуль и Касарги расположены в Сосновском районе Челябинской области, который граничит с западной окраиной территории города Челябинска. Скорость процесса урбанизации в последнее десятилетие сильно возросла, и, следовательно, влияние на компоненты природной среды также увеличивается. Город Челябинск территориально расширяется, в том числе за счет земель Сосновского района. Природные ресурсы района в нарастающей мере используются жителями г. Челябинска; в том числе ресурсы водных объектов. Существует необходимость в выявлении качества озерных ресурсов с целью их вовлечения в рациональную хозяйственную деятельность.

Цель исследования – дать оценку современному гидроэкологическому состоянию озер Узункуль и Касарги, и выработать рекомендации по оптимальному режиму охраны и природопользования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить физико-географические особенности территории расположения изучаемых озер;
- 2) дать анализ изученности гидрологических характеристик объектов исследования; изучить современные гидрологические и гидрохимические характеристики озер Касарги и Узункуль;
- 3) оценить современное гидроэкологическое состояние озер; предложить мероприятия по сохранению и рациональному использованию озерных ресурсов;
- 4) использовать результаты исследования в школьном курсе географии.

Объект исследования - озера Узункуль и Касарги.

Предмет исследования - современное гидроэкологическое состояние озер Узункуль и Касарги.

Научная новизна заключается в установлении ведущих поллютантов и описании современного гидроэкологического состояния изучаемых водоемов в условиях антропогенного воздействия.

Практическая значимость: выявлены современные морфометрические особенности озер, определено современно качество озерных вод, разработаны рекомендации по улучшению и стабилизации экологического состояния озер Узункуль и Касарги.

Методы исследования:

- Картографический;
- Сравнительный анализ;
- Статистический;
- Полевых исследований;
- Маршрутно-экспедиционный.

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды Андреевой М.А., Захарова С.Г., Румянцевой А.Я., Черняевой Л.Е., а также нормативно-справочные и энциклопедические материалы.

Результаты исследования докладывались на ежегодных Универсиадах студенческой науки ЮУрГГПУ (2016–2018 гг.). По результатам исследования имеется публикация.

# ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЗЕР

## 1.1 Географическое положение

Озера Касарги и Узункуль расположены в Сосновском районе Челябинской области; являются озерами соседями – их разделяет всего 3 км. Координаты центральной зоны озер: озера Касарги: 55°23'30" с.ш., 61°13'45" в.д.; озера Узункуль: 55°25'55" с.ш., 61°18'55" в.д.

Границами муниципального района являются: на севере, северо-востоке - Кунашакский муниципальный район, на востоке - Красноармейский муниципальный район и Челябинский городской округ, на юго-востоке - Копейский городской округ, на юго-востоке, юге - Коркинский муниципальный район, на юге - Еткульский муниципальный район, на западе - Чебаркульский городской округ и Аргаяшский муниципальный район.

Протяженность планируемой территории в направлении с севера на юг составляет 90 км, с запада на восток - 30 км.

По территории района проходят:

- железнодорожные магистрали: Москва-Челябинск с ответвлением Полетаево-Троицк, Челябинск-Кыштым-Екатеринбург, Челябинск-Муслюмово-Каменск-Уральский;
- автодороги федерального значения Москва-Челябинск (М-5 «Урал») и Челябинск-Екатеринбург (подъезд к г. Екатеринбург от М-5 «Урал»);
- основные территориальные автодороги: обход г. Челябинска, Долгодеревенское-Аргаяш-Кыштым, Челябинск-Харлуши-Кулуево,

автодорога М-5 «Урал»-Саккулово-Муслюмово, Долгодеревенское-Сагаусты-Вахрущево и др.;

- магистральные трубопроводы, транспортирующие газ, нефть, нефтепродукты [8].

В составе муниципального района 16 сельских поселений с 78 населенными пунктами.

Общая численность населения муниципального района - 67,6 тысяч человек.

Муниципальное образование Сосновский муниципальный район является одним из крупнейших сельских районов Челябинской области (рис.1).

Сосновский район окружает город Челябинск с трех сторон и фактически является пригородом промышленного гиганта, что наложило значительный отпечаток на его инфраструктуру, экономику и географическую среду. Протяженность территории района в направлении с севера на юг составляет 90 км, с запада на восток - 30 км.

Общая земельная площадь района составляет 207138 га, в том числе застроенная - 4,8%, незастроенные пространства - 95,2% от всей площади. Большая часть земель района в настоящее время - зоны естественного ландшафта, земли лесного и водного фондов, земли сельскохозяйственного назначения [19].

## 1.2 Рельеф и геологическое строение

В геоморфологическом отношении территория района представляет собой пенеппенизированную холмисто-увалистую равнину с абсолютными отметками поверхности от 210-238 м на юге и относительными превышениями до 10-15 м. Разделяющие холмы и увалы пространства имеют характер пологих ложбин, которые местами заболочены. На

крайнем северо-востоке района холмисто-увалистая равнина переходит в пологоволнистую, почти плоскую озёрно-морскую равнину с абсолютными отметками 190-210 м.

В геологическом строении района принимают участие метаморфические, вулканогенные и осадочные отложения палеозоя: известняки, песчаники, мрамор, порфириты, диабазы и т. д. Довольно широкое распространение имеют интрузивные породы - граниты, диориты, габбро. На востоке района отложения палеозоя погружаются под толщу осадочно-терригенных пород мезокайнозойского возраста (песчаники, конгломераты, опоки, диатомиты, глины). Мощность мезокайнозойских пород не превышает 5-25 м.

Коренные породы почти повсеместно перекрываются четвертичными отложениями, мощность которых редко превышает 10-15 м. На водораздельных пространствах - это делювиальные и элювиально-делювиальные осадки: суглинки, глины, дресва, сапролит; в долинах рек аллювиальные пески, галечники, супеси, суглинки. Озёрно-болотные отложения отмечаются в береговых частях озёр, поймах рек, понижениях в рельефе, где они представлены илами, глинами, торфом, сапропелем, мощностью 0,5-4,0 м.



Рисунок 1. Фотография юго-восточного берега озера Касарги



С коренными породами связаны месторождения строительного камня, строительного известняка, мрамора, каолина, пылевидного кварца, строительного песка; с четвертичными осадками - кирпичных глин и строительного песка [19].

### 1.3 Климат

Климат этой территории определяется положением ее в центре Евразийского материка, большим удалением от морей и океанов и Уральскими горами, что и определяет значительную континентальность и сухость климата.

Климат этого района характеризуется умеренно-теплым вегетационным периодом в течение 120-130 дней (с 10 мая по 15 сентября). Безморозный период заметно короче (90-105 дней).

Климат северной части лесостепной зоны характеризуется умеренно теплым вегетационным периодом с суммой осадков 250-200 мм. Влагозапасы в метровом слое к началу вегетационного периода составляют в среднем 170 мм, что соответствует величине влажности разрыва капиллярной связи для выщелоченного чернозема. Гидротермический коэффициент в весенне-летний период составляет 1,0-1,4. Вегетационный период в целом обеспечен теплом. Сумма температур выше +10°C составляет 1800-2000 °С, этот период продолжается 100-125 дней - с 10 мая по 12 сентября, но на почве нередко заморозки. Безморозный период в воздухе составляет 50-70 дней, на почве - 90-105 дней. Устойчивый снежный покров устанавливается в середине ноября, достигает 40 см и сохраняется 100-150 дней. Следовательно, климатические особенности северной лесостепи не препятствуют получению устойчивых и неплохих урожаев сельскохозяйственных культур [2].

Южная лесостепная зона уступает северной лесостепи по количеству влаги и превышает по количеству тепла. Сумма температур более 10°C составляет 2000-2100°C, годовое количество осадков 389-454 мм. Устойчивый снежный покров устанавливается в первой декаде ноября и достигает к концу зимы 40 см. Период активной вегетации растений составляет 125 до 135 дней, наступает 5 мая, заканчивается 19 сентября. Весной заморозки прекращаются в середине мая, но осенью они могут быть в конце августа - начале сентября. За вегетационный период выпадает 175-225 мм осадков, гидротермический коэффициент (по Селянинову) составляет 0,6-1,2. Наименьшее количество осадков выпадает в южной лесостепи в июне, а засухи и суховеи бывают часто. Весенние продуктивные запасы влаги составляют 115-135 мм. Большое значение имеют агрономические приемы по накоплению, сохранению и экономному использованию почвенной влаги. В связи с изменением климата интерес представляют средние многолетние и погодные условия.

Представленные метеоданные свидетельствуют о ежегодном отклонении температуры воздуха в сторону повышения от средних многолетних показателей. Что касается осадков, то в различные отрезки времени они резко колебались как в сторону увеличения, так и уменьшения.

Сумма температур воздуха за период с температурой выше 10°C составляет 1800-2000°C. Продолжительность периода с температурами выше 10 °C составляет по району 120-125 дней, а периода с температурами выше 15 °C - 70-80 дней.

Средняя продолжительность безморозного периода 100-110 дней. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце первой - начале второй декады ноября и лежит 145-150 дней. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова составляет 30-40 см [21].

## 1.4 Почвенный покров

Черноземы выщелоченные обладают достаточно высоким естественным плодородием. Они имеют высокую насыщенность основаниями, сравнительно высокое содержание гумуса 6-9%, обладают хорошими водно-воздушными и физико-химическими свойствами, благоприятной для большинства сельскохозяйственных культур слабокислой реакцией почвенного раствора. Однако имеют низкую обеспеченность подвижным фосфором. На этих почвах при надлежащем уровне агротехники и внесении удобрений можно выращивать хорошие урожаи зерновых и кормовых культур.

Встречаются и серые лесные почвы. Они характеризуются значительной насыщенностью основаниями и кислой реакцией, невысокими, как правило, запасами питательных веществ, а также неблагоприятными физическими свойствами, связанными со слабой оструктуренностью пахотного слоя. Поэтому, главным направлением повышения плодородия этих почв является их окультуривание: систематическое применение органических и минеральных удобрений, известкование, углубление пахотного горизонта, посев бобовых растений - азотонакопителей. Применение органических удобрений улучшает физические свойства этих почв. Систематическое применение навоза способствует снижению кислотности.

Темно-серые лесные почвы по сравнению с серыми лесными отличаются повышенным содержанием гумуса и, следовательно, большим потенциальным запасом элементов пищи, менее кислой реакцией, лучшими агрофизическими свойствами. Они характеризуются повышенной нитрификационной способностью, но более слабой растворимостью фосфатов. Для этих почв также основной метод повышения их плодородия - систематическое внесение органических и

минеральных удобрений. На темно-серых почвах, имеющих повышенную гидролитическую кислотность, хорошие результаты дает применение фосфорной муки [25].

### 1.5 Растительность, животный мир, ландшафт

К основным типам растений на территории Сосновского муниципального района относятся березовые и осиново-березовые колки.

Наиболее выражены такие типы ландшафта, как луговые степи, остепненные луга и сельскохозяйственные земли на их месте.

Представителями животного мира являются: заяц-беляк, лисица, кулики, кроты, ондатра, горноста́й, косуля, лось, нырковые утки, лысуха.

Особо охраняемые природные территории Сосновского района:

- Памятник природы Ужовский бор

Расположен в 6 км юго-западнее с. Долгодеревенское, вблизи с. Ужовка, в пределах гранитных интрузий, на Зауральской возвышенной равнине, в лесостепной зоне.

Длина с северо-востока на юго-запад 25 км. Ширина – 1,5 км. Расположен в 106 квартале Долгодеревенского участкового лесничества. С запада ограничен р. Зюзелга, с востока примыкает к землям пос. Рошино. Площадь памятника природы – 213,1 га.

В древостое преобладает сосна обыкновенная с примесью осины и березы бородавчатой. В подлеске: кизильник черноплодный, шиповник коричный, вишня кустарниковая, малина обыкновенная и др. В травяном покрове богато представлено разнотравье: купена лекарственная, горошек мышиный, ветреница пермская, прострел раскрытый, колокольчик широколистный и др. Из лекарственных растений: кровохлебка лекарственная, подорожник большой и др. Охраняемые растения: прострел раскрытый.

Испытывает сильную антропогенную и рекреационную нагрузку, так как сказывается близость большого промышленного города.

- Харлушевский биологический заказник

Расположен в лесостепной зоне (провинция Зауральского пенеplена), в подзоне средней лесостепи, на пологом восточном склоне Южного Урала. Общая площадь заказника 18788 га, в т. ч. на территории Сосновского района – 15860,5 га, на территории Аргаяшского района – 2927,5 га.

Заказник является резерватом редких и охраняемых видов флоры и фауны. На его территории зарегистрированы 15 видов флоры и фауны, занесенные в Красную книгу регионального уровня. Лесные насаждения представлены массивом березового леса в излучине реки Миасс с небольшими по площади культурами сосны. Остальная территория заказника – сельскохозяйственные угодья, перемежающиеся березовыми колками.

На территории заказника находятся выявленные объекты археологического наследия – курганные могильники Харлуши 2, Милюки 1, Туктубаево 2.

- Ботанический памятник природы Каштакский бор

Бор является местообитанием фоновых и редких видов животных и растений. Среди редких животных здесь обитают углозуб сибирский и махаон. Общая площадь бора – 2840 га, в т. ч. на территории Сосновского района – 1798 га, на территории г. Челябинска – 1042 га [20].

## 1.6 Особенности формирования гидрографической сети

Территория района расчленена долинами рек Теча, Миасс и их притоками. Глубина вреза долин в прилегающие водораздельные

пространства до 10-25 м, ширина их от нескольких десятков метров по мелким рекам и ручьям до 2-5 км по р. Теча, Миасс.

По склонам речных долин наблюдается до 1-3 надпойменных террас, причем пойменная и первая надпойменная террасы прослеживаются на большом протяжении. Более высокие террасы отмечаются не повсеместно, т. е. спорадически.

Надпойменные террасы сложены коренными метаморфическими и осадочными породами, которые перекрыты маломощным чехлом (0,5-10 м) аллювиальных и делювиально-элювиальных образований, представленных песками, глинами и суглинками.

Грунтовые воды, в основном, залегают на глубине более 2,0 м; в пределах первой надпойменной террасы местами до 2,0 м. В весенне-осенний период имеют спорадическое распространение грунтовые воды типа «верховодки» на глубине менее 2,0 м.

Пойма прослеживается вдоль русла всех рек.

По таким рекам, как Теча, Миасс, Зюзелга, отмечаются два уровня пойменных террас (низкий и высокий). Ширина пойм от нескольких десятков метров до 1,0 км и более.

В геологическом строении принимают участие песчано-гравийные и глинистые аллювиальные образования мощностью до 10-15 м, подстилаемые коренными породами палеозоя. С поверхности аллювиальные осадки часто перекрываются озёрно-болотными отложениями – торфом, глинами, илами, мощностью 0,5-4,0 м [5].

Основной морфологической особенностью озёр большей части Урала является их меридиональная вытянутость, в согласии с общеуральским простираанием структур и литолого-стратиграфическими контактами.

Единой точки зрения относительно возраста котловин нет. Время формирования большинства озёр данной территории можно оценить от нескольких тысяч лет до первых десяток тысяч лет (плейстоцен -

голоцен). Геологические и геоморфологические особенности озерных котловин изучены недостаточно. На Урале имеются две довольно четко выраженные по расположению и геолого-геоморфологической обстановке совокупности озер. Первая - озера гор и предгорий восточного склона, вторая - многочисленные озера пенепленизированного восточного склона и Зауралья [3]. К этой группе относятся как озера, лежащие на выровненном палеозойском комплексе пород, так и наиболее многочисленные озера, лежащие на молодых осадках мезокайнозоя.

В целом по положению в морфоструктуре на Урале можно встретить следующие ландшафтные типы озер: горные, мелкосопочные, долинно-пойменные, плоских междуречных равнин [11]. Современные озера расположены среди самых разнообразных по возрасту и литолого-петрографическому составу горных пород. Наибольшей озерностью отличаются площади распространения массивов гранитов и гнейсов палеозойского возраста. Именно на них расположены изучаемые нами озера - Узункуль и Касарги [4].

Грунтовые воды залегают на глубине от 0,0 до 2,0 м. Подземные воды приурочены практически ко всем литолого-стратиграфическим комплексам пород осадочного, метаморфического и вулканогенного генезиса, начиная от палеозоя, заканчивая четвертичными отложениями.

Преимущественным развитием пользуются трещинные и трещинно-карстовые, в основном, безнапорные воды, связанные с породами палеозоя. Дебиты скважин, чаще всего, колеблются в пределах 0,5-3,0 л/сек и только карбонатные породы (закарстованные известняки) отличаются довольно значительной водообильностью. Дебиты скважин на площадях развития известняков достигают 20-40 л/сек. Кроме того, водообильными являются зоны тектонических контактов, разломов.

По химическому составу воды, в основном, гидрокарбонатные со смешанным составом катионов.

Практическое значение для целей централизованного водоснабжения представляют на востоке водоносный комплекс карбонатных отложений палеозоя, а на остальной территории – подземные воды интрузивных массивов. Последние представляют интерес только на ограниченных участках (на контактах, разломах).

В целом эксплуатационные ресурсы подземных вод района небольшие. Модуль эксплуатационных запасов колеблется от 0,05 до 0,5 л/сек с 1 км<sup>2</sup>, и только на отдельных площадях он характеризуется величиной 1,1 и более л/сек с 1 км<sup>2</sup> (районы распространения известняков).

Производительность водозаборных сооружений чаще всего 5-10 л/сек, а в некоторых случаях водоотбор может осуществляться посредством эксплуатации лишь отдельных скважин производительностью не более 0,5-1 л/сек. На отдельных массивах, где развиты известняки палеозоя, производительность водозаборных сооружений достигает 100 л/сек и более [19].

Таким образом, подземные воды не могут полностью удовлетворить все населенные пункты водой хозяйственно-питьевого назначения, в связи с чем основная часть водообеспечения планируется за счет поверхностных вод. Однако, водоснабжение отдельных пунктов, со сравнительно небольшим водопотреблением, можно вполне базировать за счет подземных вод.

Условное расчетное давление на грунты основания колеблется от 0,1-0,15 МПа (обводнённые суглинки, супеси) до 0,25-0,5 МПа.

Из физико-геологических процессов развито заболачивание и в меньшей степени карст. Поймы рек затапливаются при наивысшем уровне воды 1% обеспеченности.



## Выводы по первой главе

Озера Касарги и Узункуль расположены в Сосновском районе Челябинской области вблизи крупного промышленного мегаполиса – города Челябинск; являются озерами соседями – их разделяет всего 3 км.

Подстилающей поверхностью для изучаемых озер являются позднепалеозойские граниты и кайнозойские рыхлые отложения. Климат района расположения озер характеризуется как континентальный с суммой осадков 250-200 мм.

Основной морфологической особенностью озер большей части Урала является их меридиональная вытянутость, в согласии с общеуральским простираем структур и литолого-стратиграфическими контактами.

Единой точки зрения относительно возраста котловин нет. Время формирования большинства озер данной территории можно оценить от нескольких тысяч лет до первых десяткой тысяч лет (плейстоцен - голоцен). Геологические и геоморфологические особенности озерных котловин изучены недостаточно. Озера бессточные, что в сочетании с геологическими породами морского генезиса, слагающими водосбор и котловины, приводит к повышенному солесодержанию их водных масс.

Комплексная оценка природных условий территории расположения озер проведена для оценки их экосистем, так как каждый из изученных компонентов является неотъемлемой частью формирования морфометрии, гидрологического режима, гидрохимического и гидроэкологического состояния изучаемых озер.

## ГЛАВА 2. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕР УЗУНКУЛЬ И КАСАРГИ

### 2.1 Материалы и методы исследования

Исследования проводились в период с 2016 г. по 2018 г.: собрана информация из различных источников по озерам Узункуль и Касарги, были проведены полевые наблюдения на акватории в районе поселка "Журавли", находящегося на западном берегу озера Узункуль, а так же по всему юго-восточному побережью и акватории озера Касарги. Зимой 2016-2017 гг. выполнялись промеры по створам.

В марте 2016 и 2018 гг. в период зимнего экстремума (при максимальной естественной концентрации веществ в водной среде) в озерах Касарги и Узункуль отбирались пробы для последующего химического анализа.

Гидрохимические пробы воды обрабатывались в ГУ Челябинском ЦГМС на основные ионы, биогенные вещества, микроэлементы и органические вещества на основе стандартных аттестованных методик РД 52.24.-95 (05). (Приложение 2)

На основании полученных данных были рассчитаны потребительское качество воды (по ИЗВ), экологическое состояние водоемов (TSI), а так же суммарный класс качества и трофии (по Оксийк-Жукинскому, 1993).

Были учтены данные исследований из литературных источников.

Сопоставление результатов исследований прошлых лет и собственные исследования дают возможность сопоставить данные и проследить антропогенное влияние на качество водных масс и трофический статус озер во времени.



Рисунок 2. Аэрофотоснимок места отбора проб воды на озере Узункуль



Рисунок 3. Аэрофотоснимок места отбора проб воды на озере Касарги

Самостоятельно рассчитывались параметры щелочных металлов Na+K, определялись рН, электропроводность и прозрачность воды.

Использовались следующие методы изучения природного комплекса:

1. Картографический + ГИС;
2. Маршрутно-экспедиционный в сочетании с методом ключевых участков;
3. Сравнительно-описательный;
4. Статистический.

Природная вода – очень сложное химическое образование, растворяющее практически все химические элементы. Поступление химических элементов в водную массу озера происходит следующим образом:

1. С атмосферными осадками на зеркало озера;
2. С поверхности и подземным стоком с водосбора;
3. В результате ионного обмена в системе вода – донные отложения;
4. В процессе жизнедеятельности организмов;
5. В результате антропогенного воздействия: водоснабжение, смыва с полей сельскохозяйственных удобрений, стоки животноводческих комплексов и т.д. [7].

Первичный химизм вод озер в основном определяется растворимостью и составом горных пород, слагающих котловину и водосбор, наличием геохимических барьеров, ионным составом почв, а также скоростью внешнего водообмена. Иными словами, «вода такова, какова её геологическая история и какова окружающая природная среда, в которой она находилась» [17].

Для правильного отбора проб необходимо учитывать особенности котловины и внутреннего водообмена.

Изучаемые озера рассматривались нами по 4 основным группам веществ: макрокомпоненты (основные ионы), микроэлементы, биогенное вещество и органическое вещество.

## 2.2 Морфометрия

По данным измерений 2016-2017 гг. озеро Касарги имеет площадь водного зеркала, равную 14,5 км<sup>2</sup> и объем водной массы, равный 72,5 млн. м<sup>3</sup>.

Западный берег озера и заливы заросли камышом. Озеро находится на открытой местности. Вода солоноватая. Существенное влияние на развитие и режим озера оказывает форма котловины. В зависимости от ее размеров и формы находится распределение температуры, газов, минеральных и органических веществ в водоеме, а так же амплитуда и характер колебания его уровней. Касарги относится к эрозионно-тектоническому типу и занимает углубление продолговатой формы, которое представляет собой древнетектоническое нарушение, видоизмененное экзогенными процессами. Максимальная глубина озера составляет 6,4 метра. Форма озерной котловины продолговатая в плане и корытообразная в поперечном сечении. По форме озерная котловина полуэллипсоидного типа. Коэффициент емкости озера составляет 0,7, что подтверждает эрозионно-тектоническое происхождение озера.

Нами была проведена батиметрическая съемка озера Касарги, результаты которой были нанесены на картосхему. Измерения проводились с помощью ручного лота (Приложение 1).

Распределение глубин характеризуется расширением прибрежной зоны, в отличие от озер тектонического происхождения. Площадь, занятая глубинами до 2 м на озере Касарги, составляет 14% от общей площади. Наблюдается резкое увеличение глубины до 4-5 м в северо-восточной

части озера и более плавное – в юго-западной. Далее изменений в глубинах практически не наблюдается, за исключением понижения до 6-6.3 м на северо-востоке озера.

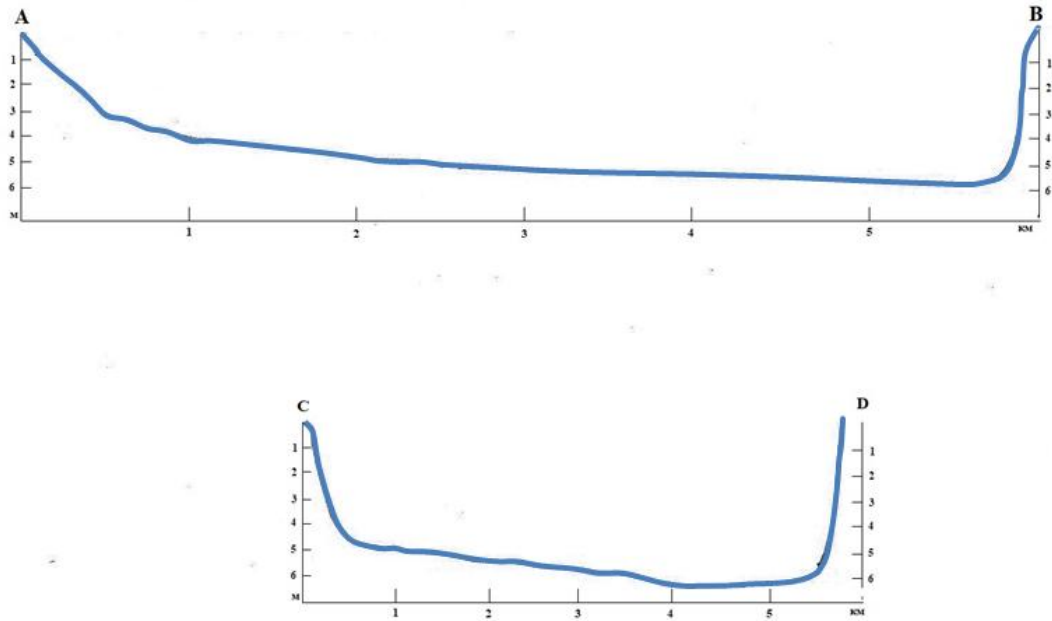


Рисунок 4. Профиль котловины озера Касарги по линиям А-В и С-Д

Береговая линия озера развита слабо, коэффициент развития составляет 1.3. Западный берег озера песчаный, местами заболоченный, восточный – обрывистый и каменистый. Выходы коренных пород на дне и на восточном берегу указывают на то, что в образовании озера участвовали тектонические процессы. При колебании уровня воды в озере площадь в нем значительно меняется. Если уровень повышается на 1 м, то площадь увеличивается в среднем на 6-8 км<sup>2</sup>. В последние десятилетия в озеро поступала вода из соседнего водоема (озеро Курги), что приводило к подъему уровня воды.

Озеро Узункуль вытянуто с юго-запада на северо-восток на 3,5 километра. Максимальная ширина - 1,5 километра. Максимальная глубина 7 м, средняя 3 м [19].

С западной стороны озеро набирает глубину быстрее, чем с восточной. Дно илистое, песчаное, а в некоторых мелководных участках прибрежной зоны каменистое. Степень зарастания надводной растительностью незначительная. Берег, по большей части, в камыше. На восточной стороне заливы (их видно с трассы). На юго-восточной стороне расположены базы отдыха, на западной - сады.

Таблица 1

Некоторые морфометрические параметры озер Касарги и Узункуль [5]

Озеро	Уровень зеркала, м БС	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Объем водной массы, млн. м <sup>3</sup>
Касарги	217,8	12,8	130	52,8
Узункуль	218,5	4,24	27,3	-

В первом десятилетии 2000-х гг. (годы повышенной водности) озеро Касарги увеличивало свою площадь до 15 км<sup>2</sup>; объем водной массы увеличивался до 70 млн. м<sup>3</sup> [13].

Озеро Узункуль – малоизученный водоем; данных о его объеме мы не нашли. В точке отбора проб в центральной части озера глубина составила 5,2 м. Можно предположить, что формы котловин озер Узункуль и Касарги близки между собой; по М.А. Андреевой коэффициент емкости (Нср/Нмакс) озера Касарги составляет 0,67 [5].

Приблизительно, объем озера Узункуль может составлять от 15 до 18 млн. м<sup>3</sup>.



Рисунок 5. Аэрофотоснимок взаимного расположения озер Уzunкуль и Касарги

### 2.3 Режим основных ионов

Содержание и соотношение основных ионов является важной географической характеристикой, связанной с увлажнением территории [6].

К основным ионам относятся гидрокарбонатный ион, карбонатный ион, хлоридный ион, сульфатный ион, ион кальция, ион магния, ион натрия и ион калия. По соотношению основных ионов определяется гидрохимический тип, класс и группа воды. Гидрохимические типы изучаемых озер определялись по О.А. Алекину (1970) [1].

Наличие палеоморских солесодержащих грунтов на большей части водосбора и части котловины озера Касарги объясняет повышенную



минерализацию его водной массы (выше климатически обусловленной) [10].

По данным Л.Е.Черняевой и др. [26] в начале мая 1967 г. в озере Касарги было отмечена минерализация 4830 мг/дм<sup>3</sup>, вода хлоридного класса содового (I) типа группы натрия. Было отмечено, что карбонаты постоянно выводятся из воды и осаждаются, как следствие вода обогащается щелочными металлами.

Наши исследования показали, что в составе основных ионов и минерализации за прошедшие годы практически не произошло значимых изменений. Минерализация вод в озере Касарги в марте 2016 г составила 3677 мг/дм<sup>3</sup>, в марте 2018 г – 4175 мг/дм<sup>3</sup>; воды Cl Na/I типа. Высокие значения рН в подледный период (свыше 9) также указывают на доминирование щелочных металлов в катионной группе; отношение  $r_{Ca}/r_{Mg}$  составляет 0,045, что указывает на продолжающийся процесс осаждения карбонатов кальция.

В озере Узункуль в марте 1961 г отмечалась минерализация 967 мг/дм<sup>3</sup>, состав основных ионов – гидрокарбонатный класс содового (I) типа группы натрия.

В марте 2016 и марте 2018 года отмечалась минерализация 3108 – 3553 мг/дм<sup>3</sup>, воды хлоридного класса переходного между содовым (I) и сульфатно-натриевым (II) группы натрия. По сравнению с началом 1960-х гг. выявлено существенное изменение минерализации (увеличение в 3-4 раза) и изменение гидрохимического класса вод (с гидрокарбонатного на хлоридный). Выявлено, что в озере Узункуль также идет осаждение карбоната кальция, но процесс выражен слабее, чем в озере Касарги - отношение  $r_{Ca}/r_{Mg}$  составляет 0,06.

Водородный показатель выражают величиной рН, представляющей собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком [9].

## Общая минерализация и тип воды озер Узункуль и Касарги

Озеро Касарги			
	Май 1967 г.	Март 2016 г.	Март 2018г.
Общая минерализация (сумма ионов), мг/л	4830	3677	4175
Тип воды	Содовый	Хлоридно-натриевый	Хлоридно-натриевый
Озеро Узункуль			
	Март 1961 г.	Март 2016 г.	Март 2018г.
Общая минерализация (сумма ионов), мг/л	967	3553,2	3108,2
Тип воды	Содовый	Переходный между содовым и сульфатно-натриевым	Переходный между содовым и сульфатно-натриевым

По данным как 2016 года, так и 2018 года, воды изучаемых нами озер относятся к щелочным. В Узункуле рН составил 8,9 ед.рН в оба года, в Касаргах – 9,11 ед.рН в 2016 году и 9,12 ед.рН в 2018 году.

В теплый период года на озерах может наблюдаться увеличение показателя в поверхностных слоях, что связано с фотосинтетической активностью планктона и макрофитов в результате поглощения растворенного углекислого газа.

Общая минерализация водоемов очень сильно подвержена как внутрисезонным, так и годовым колебаниям. Это связано со сменой сезонов (разбавлением вод в период снеготаяния и концентрирования в период ледостава, биологической активностью растительных организмов) и хозяйственным использованием водоема.

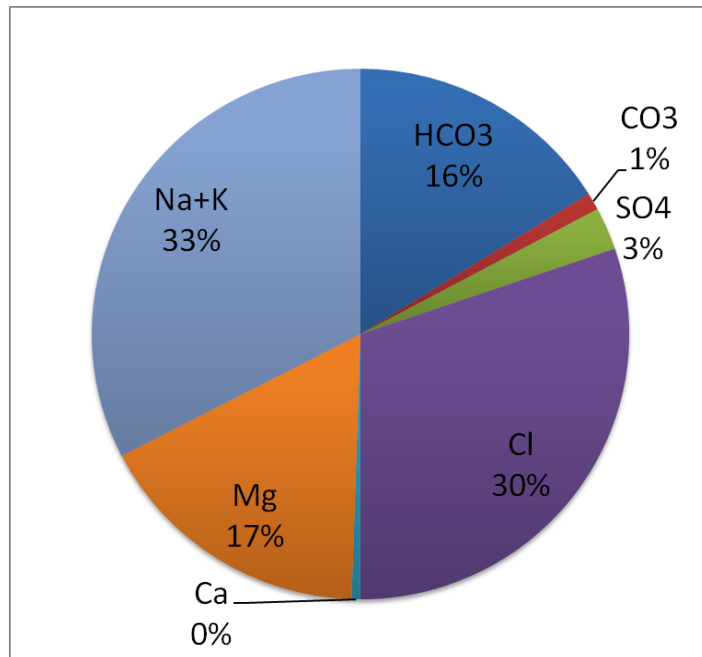


Рисунок 6. Тип минерализации озера Узункуль, мг\*экв% на 2016 год

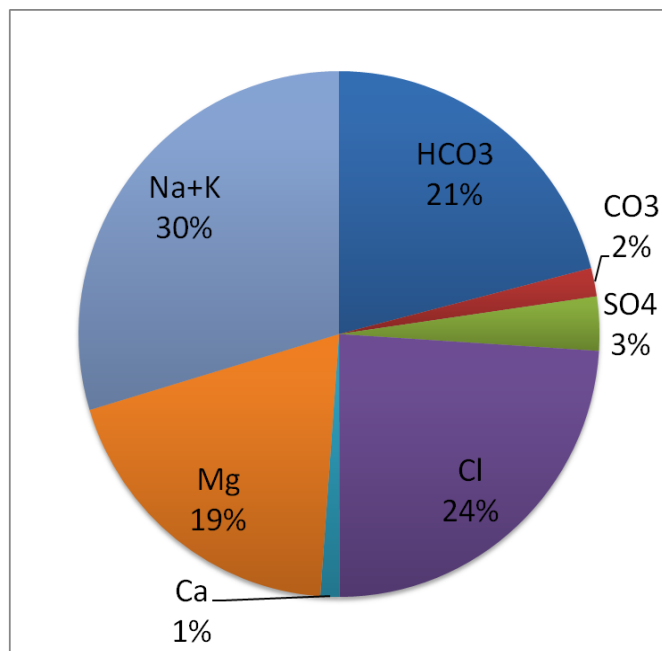


Рисунок 7. Тип минерализации озера Узункуль, мг\*экв% на 2018 год

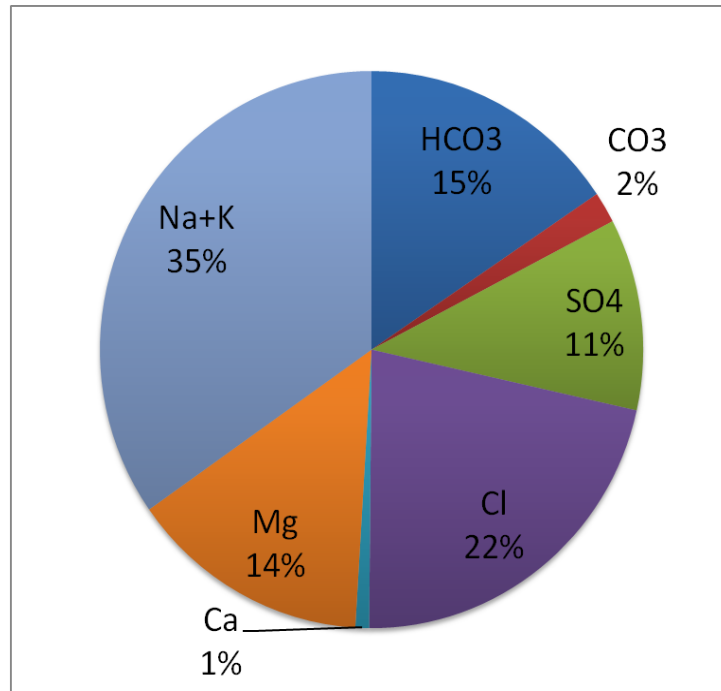


Рисунок 8. Тип минерализации озера Касарги, мг\*экв% на 2016 год

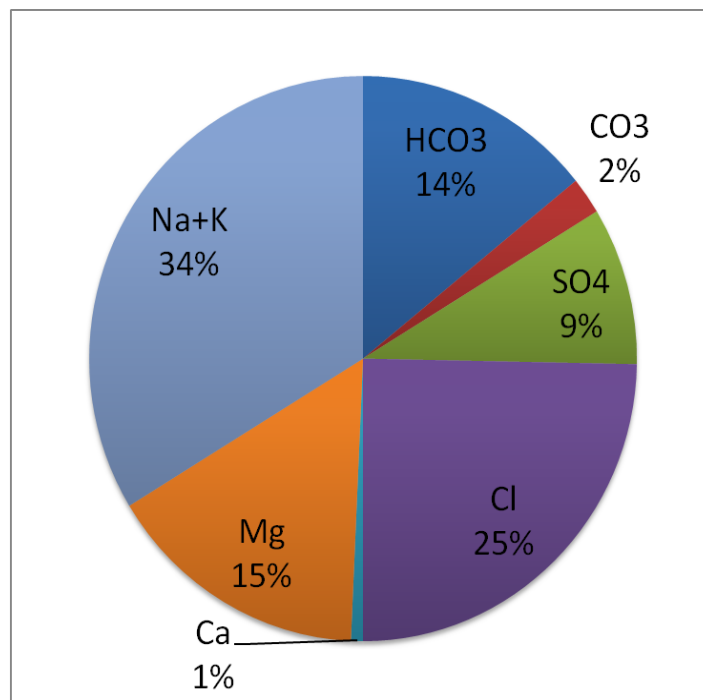


Рисунок 9. Тип минерализации озера Касарги, мг\*экв% на 2018 год

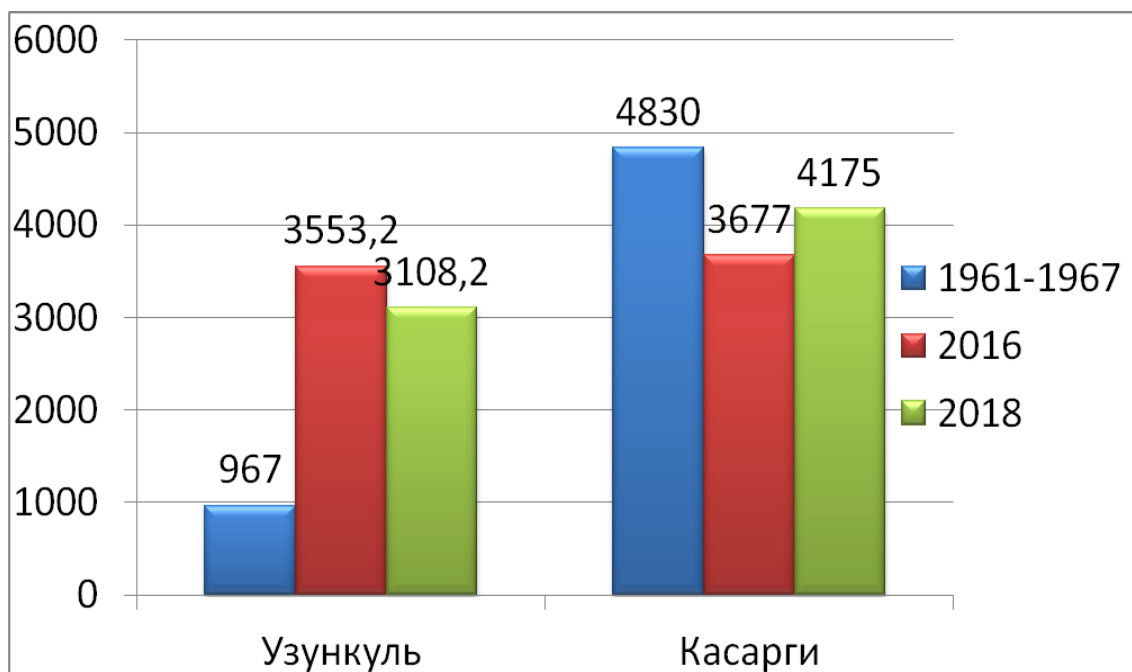


Рисунок 10. Общая минерализация, мг/л

Летом, когда идет повышение температуры, скорее всего, будет наблюдаться смещение рН в щелочную сторону, это связано с процессами фотосинтеза, при этом высвобождаются ионы карбоната, которые совместно с гидрокарбонатными ионами связаны с натрием и калием (т.е. уравнение смещается в левую сторону); гидрохимический тип воды меняется на содовый [17]. Это и проявляется в смене гидрохимической группы по сезонам.

#### 2.4 Режим микроэлементов

Тяжелые металлы в водах могут служить показателем не только антропогенного влияния, но и также может отражать биологическую активность озера. Рассматривались следующие тяжелые металлы – медь, марганец, цинк, свинец, никель, кадмий и железо.

Содержание микроэлементов в воде обусловлено породами, которые слагают котловину озера, и почвами, находящиеся на водосборе водоема

[13]. Также содержание некоторых микроэлементов, например, марганец, обусловлено процессами жизнедеятельности флоры и фауны водоема.

Концентрации микроэлементов во многом определяет пригодность воды для хозяйственного использования [23].

В распределении тяжелых металлов также обнаружено различие по годам исследования. В целом, концентрации металлов выше в 2018 году, что хорошо согласуется с гипотезой о повышенном выносе органики с водосбора в более дождливые годы (2015), и концентрировании металлов в годы засушливые. Следует обратить внимание, что концентрация металлов в марте – самая высокая в годовом цикле, т.к. наряду с зимним концентрированием еще мало их вовлечение в биологический круговорот. Превышений фоновых концентраций тяжелых металлов не выявлено; обнаружено некоторое (в 1-4 раза) превышение ПДК<sub>вр</sub>.

Таблица 3

Концентрация микроэлементов (мг/дм<sup>3</sup>) в водах озер

Озеро	Дата отбора	Fe общ	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cd
Касарги	март 2018	0,07	<b>0,039</b>	<b>0,046</b>	<b>0,0031</b>	0,0024	0,0104	н/об
	март 2016	0,03	<b>0,03</b>	0,014	0,0019	0,0012	0,0054	0,0014
Узункуль	март 2018	0,19	<b>0,064</b>	0,022	0,0028	0,0019	0,0124	н/об
	март 2016	0,1	0,021	0,019	0,0011	н/об	0,0023	0,0012

Выделены элементы, имеющие ПДК<sub>вр</sub> 3 и более

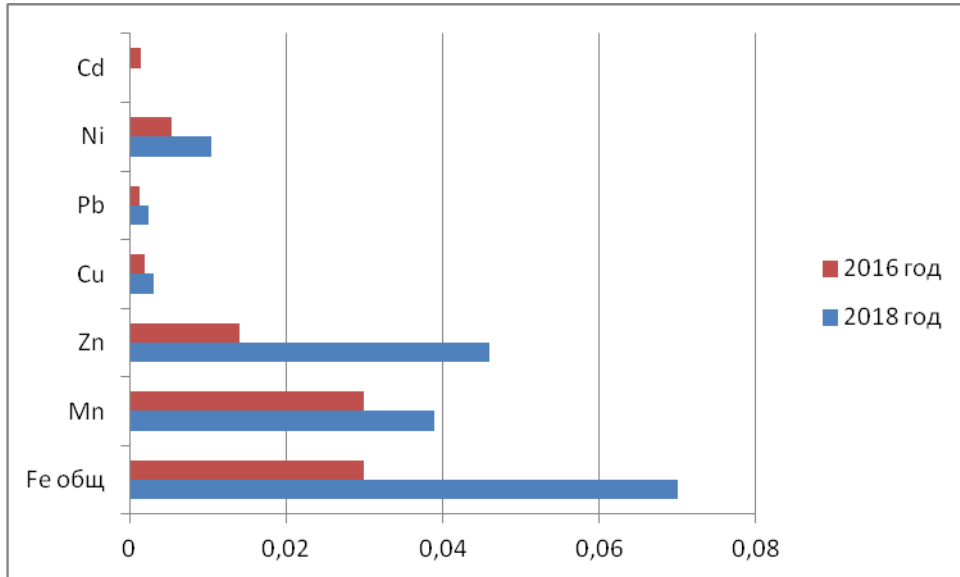


Рисунок 11. Содержание микроэлементов в озере Касарги

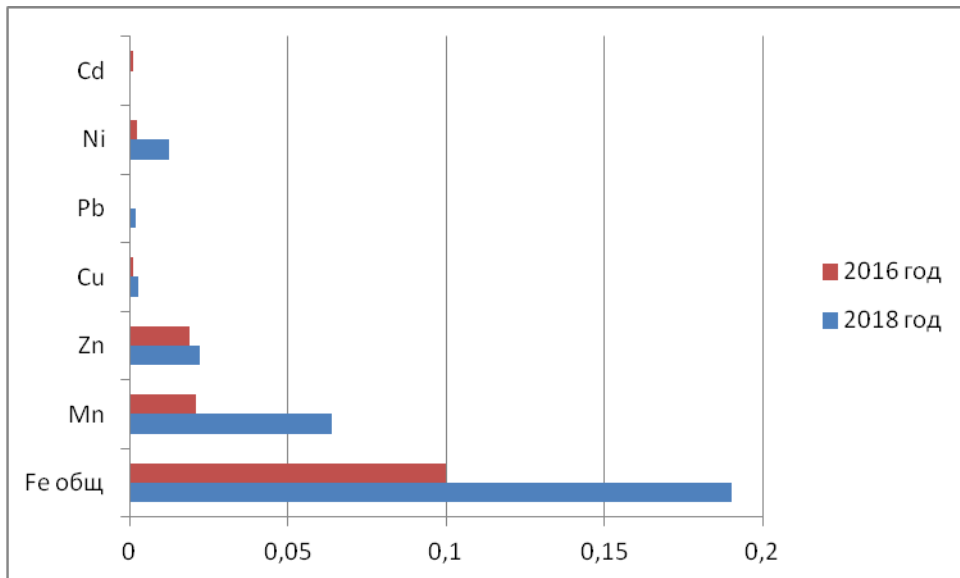


Рисунок 12. Содержание микроэлементов в озере Узункуль

В целом концентрации Fe и Mn выше в озере Узункуль; концентрации Pb, Cu, Ni примерно близки. В 2016 г. в водах озер отмечался Cd, в 2018 г. он не обнаружен. Таким образом, можно предположить, что загрязнение Cd происходит с сельскохозяйственных угодий (может поступать с некоторыми удобрениями), аналогично повышению концентраций органического вещества.

Высокое содержание цинка на обоих озерах скорее всего связано с цехами цветной металлургии и металлообработки, расположенных в близлежащем промышленной городе - Челябинске, с этим же можно связать и повышение концентрации кадмия в 2016 году, который является «спутником» цинка. Но стоит отметить, что цинк является важным элементом для гидробионтов, особенно это важно при наличии в среде кадмия, так как цинк в организме понижает токсичность кадмия. Кадмий очень плохо осаждается на взвешенных веществах.

Никель очень хорошо адсорбируется на взвешенных веществах и в донных отложениях, но стоит отметить, что процесс адсорбции так же зависит и от рН., можно заметить что содержание никеля увеличилось в 2 раза. Так же стоит отметить, что никель очень хорошо сорбируется на соединениях железа, в которое в дальнейшем так же может осаждаться на дно [17].

Повышенное содержание марганца в пробах вод озер Узункуль и Касарги в зимнее время связано с тем, что в условиях дефицита кислорода марганец не усваивается гидробионтами (т.к. замедлен биологический круговорот веществ) и может активно поступать из донных отложений.

Понижение содержания меди можно связать с тремя процессами:

- 1) Рост биологической активности (т.к. медь является важным элементом участвующим в фотосинтезе и усвоение азота)
- 2) Смещение рН в щелочную сторону, при котором образуется соединение гидроксида меди, которое выпадает в осадок;
- 3) Увеличение взвешенных частиц, на которых медь легко сорбируется.



## 2.5 Режим биогенных веществ

К биогенным веществам чаще всего относят формы минерального азота (азот нитритов, азот нитратов, азот аммония), некоторые соединения кремния и фосфора. Концентрация этих веществ очень сильно зависит от времени года и количества организмов животных и растений в водоеме. Изменение концентраций во времени может служить показателем об антропогенном влиянии на водоем, об изменении скорости процессов эвтрофикации водоема и вероятности проявления процессов цветения.

После отбора проб, вода анализировалась на следующие биогенные компоненты – различные формы азота (а именно, аммонийная, нитритная и нитратная формы азота) и фосфор общий.

В распределении биогенных веществ (исследовались соединения азота минерального и фосфор общий) обнаружены близкие значения между озерами, но также выявлено существенное различие в концентрациях биогенных веществ в различные годы.

Таблица 4

Соединения азота (в перерасчете на азот) и фосфор общий в водах озер,  
мг/дм<sup>3</sup>

Озера	Узункуль		Касарги		ПДК
	2016	2018	2016	2018	
Года					
Азот аммония, N-NH <sub>4</sub>	0,59	0,98	0,02	1,39	0,4
Азот нитритов, N-NO <sub>2</sub>	0,014	0,005	0,004	0,003	0,02
Азот нитратов, N-NO <sub>3</sub>	0,021	0,036	0,029	0,062	9
Азот минеральный, N <sub>мин</sub>	0,625	1,021	0,053	1,455	
Фосфор общий, P <sub>общ</sub>	0,022	0,008	0,039	0,007	

В целом содержание фосфора общего гораздо больше в 2016 году (в 3-5 раз), по сравнению с 2018 годом, на уровне мезотрофного или даже олиготрофного озера. Такую же динамику мы можем наблюдать и в содержании органического вещества в водах озер.

Вероятно, накопление соединений азота в подледный период происходит на фоне исчезновения из водной среды фосфора общего; несмотря на очень слабый биологический круговорот в подледный период в условиях дефицита фосфора биота, очевидно, не может усваивать соединения азота и азот остается в избытке в водной среде.

Летом, в присутствии кислорода, нитрифицирующие бактерии активно «перерабатывают» аммонийный азот в нитратный, а зимой происходит обратный процесс (возрастают концентрации аммонийного азота) [17]. Однако стоит учитывать, что денитрификация протекает с выделением углекислого газа, который участвует в процессе распада карбоната кальция и появляются свободные ионы кальция (это частично связано со сменой гидрохимического типа воды), и свободного азота, которые уже не усваиваются растениями, вследствие чего они гибнут.

Следует отметить, что юго-запад озера Касарги, а также южная и северная окраины озера Узункуль очень сильно подвергаются процессам эвтрофикации (это отмечается появлением характерного запаха у воды и увеличением числа макрофитов, вплоть до полного зарастания заливов на озере Узункуль).

## 2.6 Органическое вещество в воде озер

Органическое вещество оценивалось нами по показателям перманганатной и бихроматной окисляемости (ХПК), а также по параметру цветности [14].

В целом обнаружены высокие концентрации трудноокисляемого органического вещества в водах озер; также выявлена нестабильность по годам исследования. В 2016 году органики в водах озер было значительно больше (что, например, может быть связано с повышенным поступлением органики с водосбора в более водном 2015 году по сравнению с засушливым 2017 годом).

Таблица 5

## Гидрофизические показатели и органическое вещество

Озеро	Дата отбора	рН	Цветность, °	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	Перманганат. окисляемость, мгО/л	ХПК, мгО/л
Касарги	март 2018	9,12	10	4,0	12,5	82,4
	март 2016	9,11	30	5,5	13,0	161
Узункуль	март 2018	8,9	17	6,0	17,1	104
	март 2016	8,9	17	4,0	23,1	210

В 2016 году наблюдается большое количество органических веществ, что можно проследить по показателям цветности и ХПК (химическое потребление кислорода). При этом наблюдается минимум азота минерального и достаточно высокие концентрации фосфора общего, вероятно, из-за не востребованности биотой.

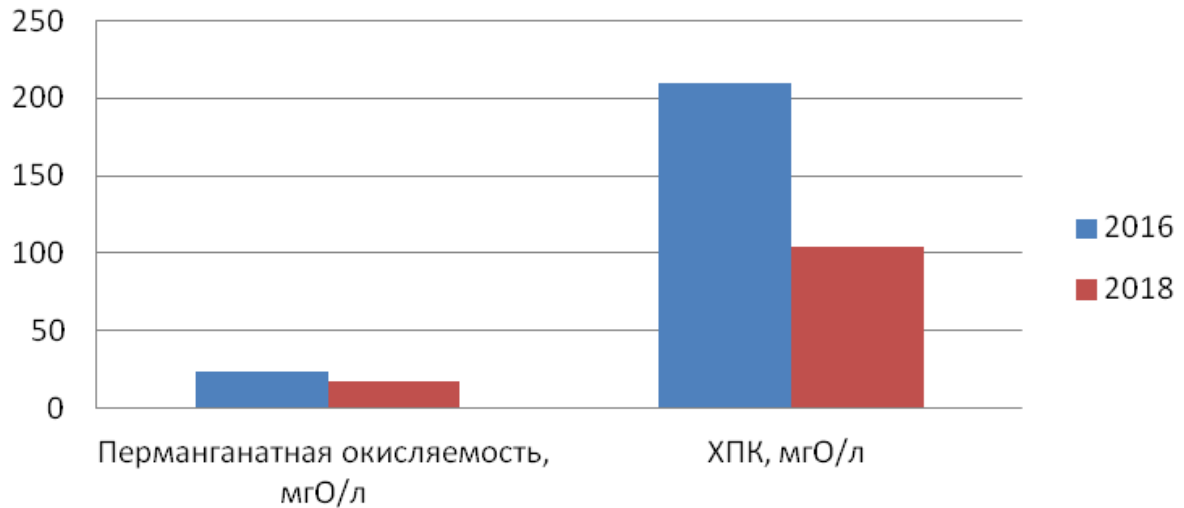


Рисунок 13. Динамика органических веществ в озере Узункуль

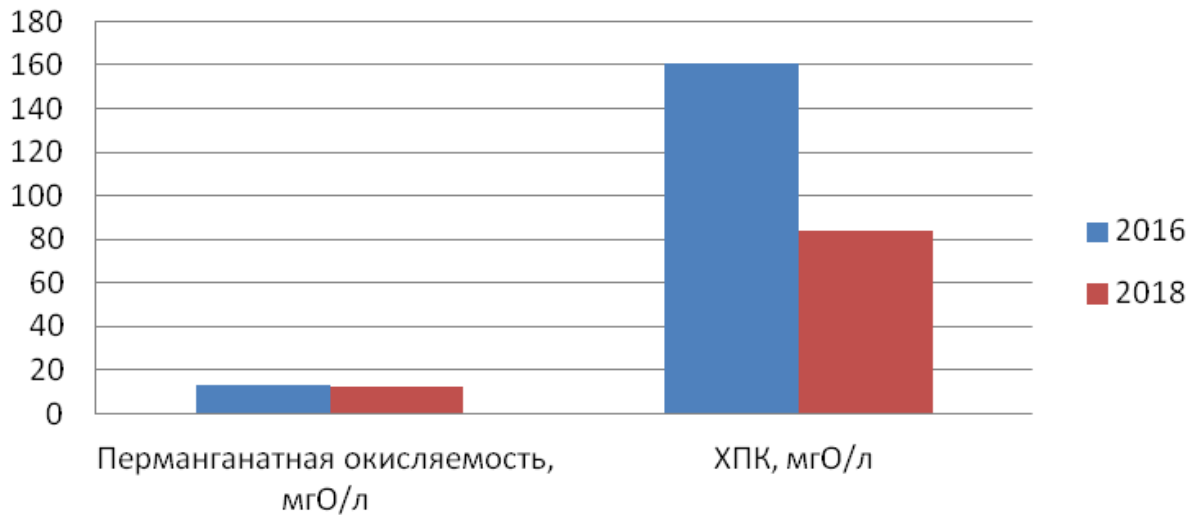


Рисунок 14. Динамика органических веществ в озере Касарги

### Выводы по второй главе

По данным измерений 2016-2017 гг. озеро Касарги имеет площадь водного зеркала, равную 14,5 км<sup>2</sup> и объем водной массы, равный 72,5 млн. м<sup>3</sup>. Озеро Узункуль вытянуто с юго-запада на северо-восток на 3,5 километра. Максимальная ширина - 1,5 километра. Максимальная глубина 7 м, средняя 3 м.

В составе основных ионов и минерализации за прошедшие годы практически не произошло значимых изменений. Минерализация вод в озере Касарги в марте 2016 г составила 3677 мг/дм<sup>3</sup>, в марте 2018 г – 4175 мг/дм<sup>3</sup>; воды Cl Na/I типа.

В распределении тяжелых металлов также обнаружено различие по годам исследования. В целом, концентрации металлов выше в 2018 году, что хорошо согласуется с гипотезой о повышенном выносе органики с водосбора в более дождливые годы (2015), и концентрировании металлов в годы засушливые. Превышений фоновых концентраций тяжелых металлов не выявлено; обнаружено некоторое (в 1-4 раза) превышение ПДКвр.

В распределении биогенных веществ обнаружены близкие значения между озерами, но также выявлено существенное различие в концентрациях биогенных веществ в различные годы. В целом содержание фосфора общего гораздо больше в 2016 году (в 3-5 раз), по сравнению с 2018 годом, на уровне мезотрофного или даже олиготрофного озера. Такую же динамику мы можем наблюдать и в содержании органического вещества в водах озер. В 2016 году органики в водах озер было значительно больше (что, например, может быть связано с повышенным поступлением органики с водосбора в более водном 2015 году по сравнению с засушливым 2017 годом).

Гидрохимические показатели являются основой для определения гидроэкологического состояния изучаемых нами озер, а именно для определения класса качества воды и трофии водоемов. С помощью этих показателей нами рекомендуется режим пользования озерами, а так же мелиоративные мероприятия.

## ГЛАВА 3. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕР УЗУНКУЛЬ И КАСАРГИ И ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗЕРНЫХ РЕСУРСОВ

### 3.1. Гидроэкологическая характеристика озер

Суть гидроэкологических исследований состоит в нескольких аспектах:

- комплексное изучение состояния озерной геосистемы: включая гидрологический, гидрохимический, гидробиологический, трофический режим;
- выявление изменений компонентов озерной геосистемы во взаимодействии с хозяйственной деятельностью человека;
- проведение исследований в определенные сроки (экстремумы сезонного развития (март, август) геосистемы) для выявления доминирования внутренних и внешних процессов загрязнения;
- выявление ведущих загрязнителей (поллютантов);
- оценка качества воды для разных категорий потребителей; разработка мер защиты и оптимального использования водоема в хозяйственной деятельности.

Изучаемые водоемы в настоящее время значительно изменены человеком. Основные проблемы – загрязнение вод тяжелыми металлами и поступление продуктов «обработки» сточных вод, что косвенно влияет на состояние как живых организмов, обитающих в данных озерах, так и на здоровье людей отдыхающих и ловящих рыбу.

### 3.2 Трофический режим водоемов

Для определения трофического режима озер нами был использован трофический индекс (TSI), который рассчитывался по формуле  $TSI=10(6 - \log_2 SD)$ , где  $SD$  – это прозрачность по диску Секки, м [12].

Таким образом, для озера Касарги трофический индекс составил 50, что определяет водоем как мезотрофный. Данный статус характеризует Касарги как озеро со средними питательными условиями, где продукция примерно равна деструкции, содержание кислорода в придонных слоях должно заметно уменьшиться в летний и зимний период.

Для озера Узункуль индекс составил 54,15, что при прозрачности воды 1.5 м означает, что водоем относится к переходному трофическому типу – мезоэвтрофному. Озеро богато биогенными элементами, продукция начинает преобладать над деструкцией, содержание кислорода в поверхностных слоях заметно увеличивается, в придонных горизонтах должен наблюдаться его дефицит. Еще одним показателем мезотрофного озера является цветение сине-зеленых II-III степени, что особенно проявляется на юге и севере озера.

Следует отметить, что зимнее определение TSI, как правило, понижено, т.е. в летнее время скорее всего на озерах будет характерен эвтрофный тип гидробиоценоза. Данный вопрос требует дополнительного изучения.

### 3.3 Качество воды и ее пригодность

Качество воды оценивалось по индексу загрязняющих веществ (Приложение 3) В.В. Масленниковой (1993) [12]. ИЗВ относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Этот индекс является типичным аддитивным

коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов.

Индекс загрязненности рассчитывается как среднее из суммы 6 элементов:  $O_2$ , мг/л; БПК<sub>5</sub>, мгО/л; и четырьмя загрязняющим элементами, близким или превышающим ПДК.

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i} \quad (\text{по В.В. Масленниковой, 1993})$$

где  $C_i$  – концентрация одного из 6 ингредиентов

$ПДК_i$  – предельно-допустимая концентрация данного элемента.

В нашем случае заменой  $O_2$  и БПК послужили химическое потребление кислорода и перманганатная окисляемость.

Таким образом, в расчетах использовались следующие показатели: железо общее, марганец, никель, медь, ХПК, ПМО.

Таблица 6

ИЗВ озер Узункуль и Касарги и их основные загрязнители

	Март 2016 года	Март 2018 года
Касарги	2,96 (ХПК, Mn)	2,60 (ХПК, Cu, Mn)
Узункуль	3,46 (ХПК)	3,49 (ХПК, Mn)

Согласно вычислениям, в подледный период характер загрязнения вод озера Касарги в 2016 году (загрязненные) был в значительной мере обусловлен высоким значением ХПК, а так же в меньшей мере содержанием марганца. В 2018 году ХПК так же является ведущим поллютантом, ИЗВ снижается, однако, воды продолжают характеризоваться как загрязненные.



ИЗВ озера Узункуль практически не изменяется с 2016 по 2018 год. Основным загрязнителем, так же, как и в озере Касарги, является ХПК. Индекс колеблется от 3,46 до 3,49, что характеризует воды озера Узункуль как загрязненные.

Высокий показатель перманганатной окисляемости свидетельствует, как правило, о присутствии среди органических веществ (гуминовые кислоты, растительная органика и т.д.) значительной доли железобактерий, которые удерживают растворённое двухвалентное железо в стабильной форме, во много раз увеличивая время, необходимое для его окисления.

Стоит обратить внимание на появление марганца среди поллютантов в 2018 году в обоих озерах. Скорее всего, это явление является следствием применения на близлежащих сельскохозяйственных полях и/или огородах удобрения, содержащего марганцовку.

По методике Окснюк О.П., Жукинского В.Н. воды озер можно отнести:

- Озеро Касарги (март 2018 г.) – класс качества – 4 – загрязненная, разряд качества воды – 4а – умеренно загрязненная, категория трофности – мезотрофный;

- Озеро Узункуль (март 2018 г.) – класс качества – 4 – загрязненная, разряд качества воды – 4б – сильно загрязненная, категория трофности – мезоэвтрофный.

### 3.4 Рекомендации по оптимальному использованию озерных ресурсов

Исследуемые озера относятся к водоемам рыбохозяйственного и хозяйственно-бытового значения.

Степень рекреационной нагрузки на исследуемые водоемы незначительная. Основная доля отдыхающих приходится на озеро Касарги.

Для улучшения экологического состояния на изучаемых водоемах необходимо проделать следующие работы в зоне водосбора и прибрежной полосы:

1) Ограничить поступление сельскохозяйственных сточных вод в озера, которое осуществляется благодаря близкому расположению полей на севере и юго-востоке озера Узункуль и на востоке и юго-востоке озера Касарги методом залужения прибрежной 20-м полосы;

2) Провести очистные мероприятия на водосборах и вынести часть огородов, ферм и пастбищ из прибрежной зоны, тем самым прекратить смыв биогенных веществ в водоемы; изменить режим пользования уже функционирующих огородов и земель сельскохозяйственного назначения

3) Регулярно проводить ряд очистных мероприятий – сбор ТБО, очистка акватории от плавающих предметов;

4) Регулярно проводить комплексные мониторинговые исследования водоемов.

Для снижения эвтрофикации водоемов рекомендуем регулярно проводить ряд следующих мероприятий на акватории:

1) Выкашивание макрофитов осенью, с дальнейшей их утилизацией позволит ограничить поступление загрязняющих веществ из самой фитомассы растений при ее разложении;

2) Установка понтонов с размещенными на них съемными ящиками с макрофитами в летний период для поглощения поллютантов, с дальнейшей утилизацией самих макрофитов осенью;

Восстановление экологического состояния озер – очень сложный и многоплановый процесс.

Если не браться в ближайшее время за восстановление экосистем данных озер и дальнейшее их поддержание в качественном состоянии, то возможна потеря их хозяйственного, эстетического и рекреационного значения.

## Выводы по третьей главе

Озера Узункуль и Касарги в настоящее время значительно изменены человеком. Основные проблемы – загрязнение вод тяжелыми металлами и поступление продуктов «обработки» сточных вод, что косвенно влияет на состояние как живых организмов, обитающих в данных озерах, так и на здоровье людей отдыхающих и занимающихся рыболовством [18].

Для озера Касарги трофический индекс составил 50, что определяет водоем как мезотрофный. Данный статус характеризует Касарги как озеро со средними питательными условиями, где продукция примерно равна деструкции, содержание кислорода в придонных слоях должно заметно уменьшиться в летний и зимний период. Для озера Узункуль индекс составил 54,15, что при прозрачности воды 1.5 м означает, что водоем относится к переходному трофическому типу – мезоэвтрофному. Озеро богато биогенными элементами, продукция начинает преобладать над деструкцией, содержание кислорода в поверхностных слоях заметно увеличивается, в придонных горизонтах должен наблюдаться его дефицит. Еще одним показателем мезотрофного озера является цветение сине-зеленых II-III степени, что особенно проявляется на юге и севере озера.

Согласно вычислениям, в подледный период характер загрязнения вод озера Касарги в 2016 году (загрязненные) был в значительной мере обусловлен высоким значением ХПК, а так же в меньшей мере содержанием марганца. В 2018 году ХПК так же является ведущим поллютантом, ИЗВ снижается, однако, воды продолжают характеризоваться как загрязненные.

ИЗВ озера Узункуль практически не изменяется с 2016 по 2018 год. Основным загрязнителем, так же, как и в озере Касарги, является ХПК. Индекс колеблется от 3,46 до 3,49, что характеризует воды озера Узункуль как загрязненные.

По методике Окснюк О.П., Жукинского В.Н. воды озер можно отнести к следующим классам качества и трофии:

- Озеро Касарги – класс качества – 4 – загрязненная, разряд качества воды – 4а – умеренно загрязненная, категория трофии – мезотрофный;

- Озеро Узункуль – класс качества – 4 – загрязненная, разряд качества воды – 4б – сильно загрязненная, категория трофии – мезоэвтрофный.

Изучаемые озера относятся к водоемам рыбохозяйственного и хозяйственно-бытового значения. Степень рекреационной нагрузки на изучаемые водоемы незначительная. Основная доля отдыхающих приходится на озеро Касарги.

Для улучшения экологического состояния на изучаемых водоемах необходимо проделать ряд мероприятий в зоне водосбора и прибрежной полосы, а так же непосредственно в акватории водоемов.

Улучшение экологического состояния озер – очень сложный и многоплановый процесс. Необходимо в ближайшее время заняться восстановлением экосистем данных озер и придерживаться дальнейшего их поддержания в качественном состоянии, только тогда пропадет риск потери их хозяйственного, эстетического и рекреационного значения.

## ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ

### 4.1 Роль полевых исследований в школьном курсе географии

Важную роль в развитии познавательной самостоятельности играет внеурочная деятельность школьников, в том числе полевая практика как одна из ее форм. Во время полевых практик обучающиеся получают первые навыки исследовательской работы.

Географические полевые учебно-исследовательские работы становятся важным инструментом в руках учителя. Во время полевой практики обучающиеся могут применять имеющиеся у них навыки, самостоятельно добывают новые знания и впечатления, учатся проводить систематические научные наблюдения, заниматься измерениями различных объектов природы, анализировать и систематизировать полученный материал [16].

### 4.2 Озеро, как объект исследования

Озеро – чрезвычайно занимательный объект для всестороннего изучения.

Здесь просто огромный простор для ведения интереснейших наблюдений. Можно изучать озерную флору, провести исследование береговой линии озера, заниматься изучением животного мира, исследовать прибрежную флору, выявить экологические проблемы озера и заниматься устранением этих проблем в условиях как сельских, так и городских школ с использованием простейших мероприятий, которые были бы доступны для их реализации силами обучающихся. У малых и средних

озер - свои, вполне серьёзные проблемы: в окрестностях вырубается леса, отсутствуют очистные сооружения на множестве мелких ферм, застроены прибрежные зоны, на озера возлагается огромная рекреационная нагрузка. Всё это ведёт к обмелению и даже к исчезновению многих сотен малых водоемов. Не надо забывать о том, что именно эти озера являются основным источником удовлетворения хозяйственно-бытовых нужд находящихся в округе поселений.

Построение всей работы идёт по принципу - от частного к общему, когда происходит деление на подгруппы по составу основного содержания работы. Затем все данные сводятся к общему выводу и принятию решения, в обсуждении которого участвуют все участники группы. Такая коллективная работа с чётким построением последовательности приёмов работы даёт более полное представление об ожидаемых результатах уже на первом этапе учебной деятельности по проекту.

#### 4.3 Технологическая карта внеклассного мероприятия

Технологическая карта внеклассного мероприятия на тему "Голубое ожерелье Урала" для 6 класса.

Тип внеклассного мероприятия - учебно-воспитательный: мероприятие направлено на активизацию познавательной деятельности школьников, углубление их знаний, расширение кругозора, формирование гражданской позиции учащихся.

Форма проведения: игра-путешествие.

Средства обучения:

- Физическая карта Челябинской области;
- Познай свой край. Челябинская область. Краткий справочник.

Челябинск: АБРИС,2010 [24];

- М.А. Андреева, А.С. Маркова. География Челябинской области: Учебное пособие для учащихся 7-9 классов основной школы.- Челябинск .: Южно-Уральское книжное издательство, 2002;
- Контурные карты по географии Челябинской области.- Челябинск:АБРИС,2010;
- Челябинская область. Атлас. Учебное пособие. Челябинск.: АБРИС, 2010.
- Мультимедийный проектор;
- Экспертные листы, карточки с заданиями.

Цель: Создание условий обучающимся для знакомства с озерами Челябинской области и изучения сопутствующей темы урока в основном курсе географии.

Задачи внеклассного мероприятия

1. Образовательные:
  - Сформировать представление об озерах Челябинской области
  - Дать знания о происхождении озерных котловин
  - Закрепить знания номенклатуры
  - Показать значение озер для жизни и хозяйственной деятельности человека
2. Развивающие:
  - Способствовать развитию коммуникативной компетенции учащихся
  - Продолжить формирование умений работать с картами атласа, контурными картами
  - Способствовать развитию умений составлять характеристику озер при помощи карт атласа, текста учебника и другим источникам информации
3. Воспитательные:
  - Воспитывать любовь учащихся к Родному краю

- Воспитывать бережное отношение к природе
- Формирование самостоятельности, умения работать в группе

Методы обучения: объяснительно-иллюстративный, частично-поисковый, проблемного изложения

Приемы обучения: работа с картами атласа, контурными картами, заполнение таблицы, работа с текстом учебника.

Планируемые результаты работы:

Личностные: ценностное отношение к умению воспринимать речь учителя, одноклассников, оценивать собственную учебную деятельность, свои достижения, инициативу, ответственность, причину неудач, выражать положительное отношение к процессу познания; осознание значимости данного умения считаться с мнением другого человека, проявлять терпение и доброжелательность в споре, применять правила делового сотрудничества; ценностное отношение к совместной познавательной деятельности;

Предметные: на основе имеющихся умений работать с разными источниками географической информации, картографической грамотности ученик научится понимать основные географические понятия и термины; географические аспекты отраслевой и территориальной структуры хозяйства Зарубежной Европы, получит возможность различать специализацию в системе международного географического разделения труда; географические аспекты глобальных проблем человечества.

Таблица 7

Содержание внеклассного мероприятия

1. Организационный момент	
Ведущая деятельность	
учителя	учащихся
Проверка отсутствующих, установление дисциплины	обучающиеся



	ГОТОВЯТСЯ К внеклассному мероприятию
<p>Вступительное слово учителя</p> <p>Здравствуйте, ребята! Сегодня мы в очередной раз встретились с вами на внеклассном мероприятии, чтобы продолжить изучение родного края, узнать новое, а также закрепить то, что вам уже было известно.</p> <p>Урал, а также природные объекты Урала часто встречаются в стихах южноуральских поэтов. И при изучении природы Урала невозможно обойтись без стихов Людмилы Татьяничевой.</p> <p>Когда говорят о России, Я вижу свой синий Урал. Как девочки, Сосны босые Сбегают с заснеженных скал.</p> <p>Как вы думаете, что имела в виду Людмила Татьяничева, говоря: «Я вижу свой синий Урал»?</p> <p>Совершенно верно. Реки и озера.</p> <p>Я приглашаю вас в мир удивительной природной красоты, в мир тайны, тишины, легкого течения водной глади.</p> <p>Тема нашего внеклассного мероприятия сегодня «Голубое ожерелье Урала».</p> <p>В давние времена богатство Уральских гор охранял богатырь Семигор. Было у него волшебное хрусталь-зеркало. Глянешь в него и видишь, что под землей лежит. А неподалеку от Семигора жила завистливая колдунья. Утащила она зеркало, когда богатырь спал. Проснулся</p>	

<p>Семигор, хватился, что зеркала нет, и в погоню. Видит воровка, нагоняет богатырь, не уйти от расплаты, и бросила чудо-зеркало. Упало оно на скалы. Только и брызнули осколки, осыпали леса Урала. С тех пор сверкают в них, переливаются бесчисленные хрустально-озера.</p> <p>Слайды озер</p> <p>В лугах, На ковровых просторах, Среди плодоносных полей, Лежат голубые озера Осколками древних морей.</p> <p>Л. Татьяничева</p>	
<p>2.Этап усвоения новых знаний</p>	
<p>Постановка задачи</p> <p>Южный Урал-край озер. И называют его так неслучайно. На территории Челябинской области их насчитывается около 3170. Среди них большие, глубокие, обмелевшие, прозрачные, светлые и темные, тинистые, заиленные, богатые рыбой и «мертвые». Ребята, а на каких озерах Челябинской области были вы?</p> <p>Озер много, изучить все невозможно. Сегодня на внеклассном мероприятии мы рассмотрим самые поэтичные озера Челябинской области. Их называют «Младший брат Байкала», «Уральская Рица», «Голубая жемчужина».</p> <p>И вы примете самое активное участие в составлении характеристики этих озер. Сегодня вы выступите в необычной для себя роли. Вы будете представителями</p>	<p>Деление учащихся на группы</p> <p>Работа в группах, заполнение листов, работа с литературой и планом</p>

<p>туристических фирм. Каждая туристическая фирма будет представлять свое озеро и ваша задача составить характеристику озера, представить его и доказать, что именно на это озеро нужно совершить экскурсию в первую очередь. Вы будете поделены на три группы, один человек от группы выберет озеро, которое вы будете представлять. В процессе добывания знаний в тетради вы будете заполнять таблицу, в которой будут данные и по озерам других туристических фирм.</p> <p>В конце вы должны представить прайс-лист вашей фирмы. На столах у каждой группы находится литература, необходимая вам для работы.</p> <p>Составлять характеристику будем по плану.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Географическое положение (Район расположения).</li> <li>2. Общая характеристика (площадь зеркала, объем воды, глубина; соленость воды; озеро сточное или бессточное)</li> <li>3. Происхождение озерной котловины</li> <li>4. Значение озера</li> <li>5. Легенды и мистика</li> </ol>	
<p>3. Этап проверки выполнения учащимися поставленных задач</p>	
<p>Организация работы с литературой, с планом, заполнение таблицы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нужно указать в какой части Челябинской области находится озеро и в каком районе (атлас стр. 5, 6, 8)</li> <li>2. Определить объем воды (атлас стр 12)</li> </ol> <p>Ребята, а на каких уроках вы определяли площадь? Какими способами вы это делали [15]?</p> <p>Сейчас я предлагаю вам высчитать площадь зеркала озера способом, который вы раньше не использовали.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обучающиеся работают с литературой, после каждого пункта плана заполняется таблица.</li> <li>2.</li> </ol>

<p>А. взвесить 1см<sup>2</sup> (картон)</p> <p>Б. Вырезать фигуру озера из того же материала, взвесить.</p> <p>В. Составить пропорцию, посчитать с учетом масштаба.</p> <p>Соленость воды. Что это такое? Единица измерения? От чего зависит соленость?</p> <p>Что такое озеро сточное и бессточное? Почему озеро Узункуль бессточное, а соленость у него невысокая?</p> <p>3. Происхождение озерной котловины (сборник стр 43). Какие виды озерных котловин вы знаете? Каковы их характеристики?</p> <p>4. Значение озера для человека и его хозяйственной деятельности?</p> <p>5 Легенды и мистика</p>	<p>обучающиеся вырезают фигуру озера из картона, взвешивают на весах и определяют площадь озера [22].</p>
<p>Южный Урал буквально окутан легендами. Здесь каждый уголок таит секреты. Одни названия чего стоят- Касарги, Узункуль. И у каждого из них своя история. Красивы эти озера, красивы и легенды, сложенные о них.</p>	<p>Обучающиеся выступают с легендами</p>
<p>4 Этап закрепления нового материала</p>	
<p>Ребята, теперь ваша задача заполнить прайс-лист и представить озеро таким образом, чтобы всем захотелось посетить его в первую очередь.</p>	<p>Выступают обучающиеся с прайс-листами</p>
<p>Вы все интересно представили свои озера, и очень трудно выбрать какое-то одно.</p> <p>Озера, которые мы рассмотрели, отнесены к гидрологическим памятникам природы Челябинской области. Но вместе с тем эти озера отнесены к числу ценнейших водоемов мира. Это значит, что они являются памятниками не только российского, но и мирового</p>	<p>Выделяют экологические проблемы</p>

<p>уровня.</p> <p>Экологические проблемы</p>	
5. Инструктаж домашнего задания	
<p>Объяснение домашнего задания</p> <p>1. На контурной карте обозначить озера Челябинской области</p> <p>2. «Лингвистический конструктор» (объяснить происхождение названий 5 озер Челябинской области)</p>	<p>Записывают домашнее задание</p>
6. Рефлексия	
<p>Наше мероприятие подходит к концу. Мне хотелось бы узнать ваше отношение к внеклассному мероприятию. Для этого давайте выполним интересное задание. Это задание называется синквейн. В переводе с французского «пять», это значит стихотворение из пяти строк.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Первая строка — тема синквейна, включает в себе одно слово (обычно существительное, которое обозначает объект или предмет, о котором пойдет речь).</li> <li>• Вторая строка — два слова (чаще всего прилагательные), они дают описание признаков и свойств выбранного в синквейне предмета</li> <li>• Третья строка — образована тремя глаголами, описывающими характерные действия</li> <li>• Четвертая строка — фраза, подходящая к описываемому предмету или объекту.</li> <li>• Пятая строка — одно слово, характеризующее суть предмета или объекта.</li> </ul> <p>Например:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перемена</li> <li>2. Шумная, веселая</li> </ol>	<p>Выполняют задание</p>

3. Бегаем, отдыхаем, едим 4. Отдыхать – не работать 5. Счастье Теперь по этому примеру, опишите свое отношение к прошедшему мероприятию. Всем спасибо!	
--	--

Таблица 8

## Карточка для заполнения данных

Характеристика озера	Узункуль	Касарги
Географическое положение		
Площадь зеркала, кв. км		
Объем воды, млн. м		
Глубина (макс., ср.), м		
Происхождение озерной котловины		

## Выводы по четвертой главе

Одной из проблем школьного географического образования является избыток теоретического материала и недостаток практических занятий, благодаря которым у школьников повышается познавательный интерес.

Данное внеклассное мероприятие позволяет восполнить пробел в знаниях школьников о географии родного края, если в образовательном учреждении отсутствует курс краеведения.

Одной из главных задач педагога является формирование метапредметных знаний, умений и навыков. Данное внеклассное мероприятие включает в себя развитие способности к самостоятельному приобретению новых знаний и практических умений, умения управлять

своей познавательной деятельностью; умения организовать свою деятельность, определять её цели и задачи, выбирать средства реализации цели и применять их на практике, оценивать достигнутые результаты; вести самостоятельный поиск, анализ, отбор информации, её преобразование, сохранение, передачу и презентацию с помощью технических средств и информационных технологий; умение взаимодействовать с людьми, работать в коллективах с выполнением различных социальных ролей, представлять себя, группу, вести дискуссию, сделать презентацию и т.д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных самостоятельных исследований 2016 – 2018 гг., и сопоставляя данные более ранних исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Проведена батиметрическая съемка озера Касарги, по результатам которой выполнены батиметрическая карта озера;

2. Выявлены особенности минерализации озер: обнаружены стабильное состояние основных ионов в водах озера Касарги и значительная перестройка состава основных ионов и 3-4 -кратный рост минерализации в озере Узункуль по сравнению с периодом 1960-х гг.;

3. Выявлены повышенные концентрации фосфора общего, органического вещества, кадмия в 2016 г. по сравнению с 2018 г. Перечисленные вещества, скорее всего, имеют аллохтонное происхождение, и поступают с с/х освоенного водосбора. Таким образом, перечисленные вещества с высокой долей вероятия являются элементами антропогенного загрязнения и должны подлежать тщательному мониторингу;

4. Выявлены ведущие поллютанты - органическое вещество, соединения азота и фосфора, некоторые тяжелые металлы (марганец, никель, медь) поступающие извне в результате сельскохозяйственной деятельности;

5. Определено современное состояние озерных геосистем, оценено современное качество вод (озеро Касарги умеренно загрязненное, мезотрофное, озеро Узункуль сильно загрязненное, мезоэвтрофное) и их пригодность для разных категорий потребителей: вода данных озер не пригодна для питьевых целей, не рекомендуется к поливу, зато может использоваться для рыбозаведения и рекреации;



6. Предложены следующие рекомендации по улучшению экологического состояния озер:

- провести защитные мероприятия на водосборе (очистка территорий от несанкционированных свалок и вынос пастбищ из зоны активных водосборов);

- регулярное проведение профилактических мелиоративных мероприятий в прибрежной зоне и на акватории, направленных на уменьшение концентрации биогенных и органических веществ;

7. Разработано внеклассное мероприятие «Голубое ожерелье Урала», целью которого является активизация познавательной деятельности обучающихся, воспитание патриотического, эстетического, а так же практико-ориентированного отношения к водным ресурсам родного края. Данная работа является наглядным примером постановки проблемы и ее поэтапного решения, что может быть использовано в качестве технологий проблемного обучения, постановки цели, активизации критического мышления.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии / Л.: Гидрометеоиздат, 1970. — 295 с.
2. Андреева М.А. География Челябинской области / М.А. Андреева, А.С. Маркова - Челябинск: Изд-во ЮУКИ, 2002. - 320 с.
3. Андреева М.А. Из истории исследования озер Челябинской области / М.А. Андреева // Край родной - Челябинск, 1967. - с.42-48.
4. Андреева М.А. О происхождении озер Челябинской области / М.А. Андреева. // Сб.статей по краеведению и истории географии - Челябинск, 1963. с.61-69.
5. Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала / М.А. Андреева. – Челябинск, 1973. – 235с.
6. Бестужева А.С. Гидроэкология. Часть 1. Общая гидроэкология [Электронный ресурс]: курс лекций/ А.С. Бестужева. – Электрон.текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 88с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60817.html>. – ЭБС «IPRbooks»
7. Богословский Б.Б. Озероведение - Москва: МГУ, 1960. -335 с.
8. ГЕО портал Южноуралья [Электронный ресурс]. – Челябинск.: ГЕО портал Южноуралья, 2006-2015. – Режим доступа <http://www.uralgeo.net/ch.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Журавлев А.И. Гидроэкологическое состояние озера Куташи//Экология России и сопредельных территорий. Материалы XXI Международной экологической студенческой конференции – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2016. – с.155.
10. Журавлев А.И. К вопросу об экологическом состоянии озера Малые Касли в зимний период//Исследования природных и социально-экономических систем и проблемы естественнонаучного образования.

Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции – Екатеринбург: УрГПУ, 2015. – с.96-100.

11. Захаров С.Г. Геосистема озер Каслинской группы / С.Г.Захаров // Социальное партнерство в решении водно-экологических проблем: по материалам проекта «Питьевая вода». – Челябинск, 2002. – с.18-24.

12. Захаров С.Г. Мы изучаем озера. Учебно-методическое пособие для учителей общеобразовательных школ и педагогов дополнительного образования / С.Г.Захаров. – Челябинск, 2001. – 60с.

13. Захаров С.Г. Озера Челябинской области: учебное пособие / С.Г.Захаров. – Челябинск : АБРИС, 2010. – 128с.

14. Захаров С.Г. Оценка экологического состояния озер Чебаркульской группы в условиях антропогенного воздействия (автореф. канд. дисс.) - Екатеринбург, 1997.

15. Захаров С.Г. Полевая практика по общему землеведению (гидрология) – Челябинск, 2004.

16. Лесненко В.К. Мир озер / В.К. Лесненко. – М.: Просвещение, 1989. – 158с.

17. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник – 2-е издание / А.М. Никаноров. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 444с.

18. Отчет. Биологическое обоснование к прогнозу общих допустимых уловов рыбы в водоемах Урала в 2005 г. Разработать прогнозы ОДУ объектов промышленного рыболовства и определить объемы производства товарной рыбы в 2005 г. В пресноводных водоемах Российской Федерации (Челябинская область) / Сибирский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства. Уральский филиал – Екатеринбург, 2004. – 85с.

19. Официальный сайт Сосновского муниципального района Челябинской области [Электронный ресурс]. – Челябинск.: веб-студия "Seenta", 2014. – Режим доступа <http://www.chelsosna.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

20. Природа Челябинской области / Под ред. А.М.Андреевой. – Челябинск: Издательство ЧГПУ, 2000. – 269с.
21. Румянцева А.Я. Климат Челябинской области - Челябинск, 1988. 84 с.
22. Сахненко М.А. Гидрология и гидроэкология [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ М.А. Сахненко. – Электронн.текстовые данные. – М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015. – 115с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46446.html>. – ЭБС «IPRbooks»
23. Семенченко В.П. Экологическое качество поверхностных вод [Электронный ресурс]: монография/ Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. – Электрон.текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2011. – 329с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12326.html>. – ЭБС «IPRbooks»
24. Челябинская область. Атлас: Учебное пособие / Под ред.проф. В.В. Латюшина. – Челябинск: АБРИС, 2002. – 32с.
25. Челябинская область: энциклопедия / гл. ред. К.Н. Бочкарев. – Челябинск: Каменный пояс, 2004. Т.2. – Д – И. – 672с.
26. Черняева Л.Е. Гидрохимия озер (Урал и Приуралье) / Л.Е. Черняева, А.М. Черняев, М.Н. Еремеева. – Л.: 1977.

Батиметрическая карта озера Касарги

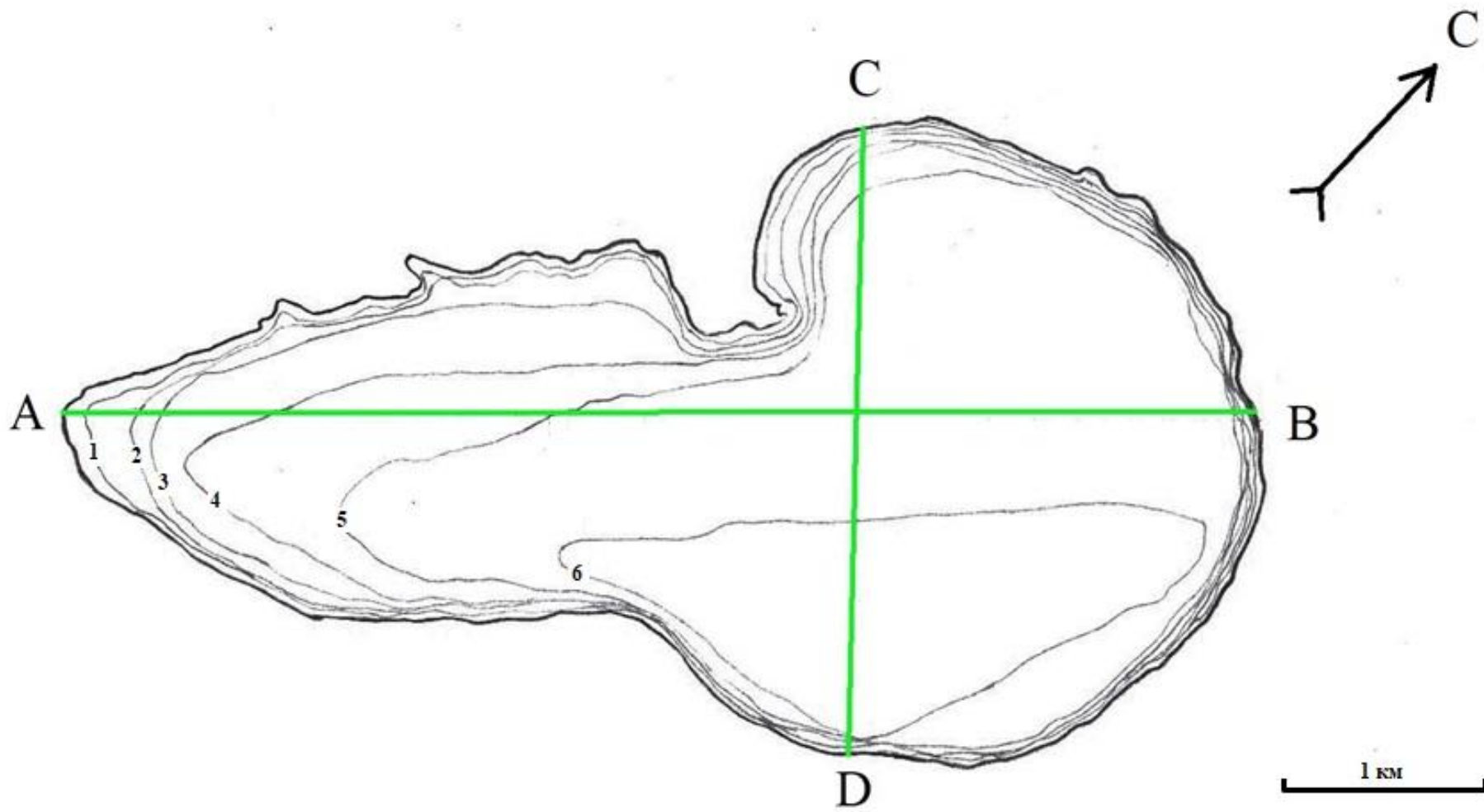


Таблица 1

Результаты количественного химического анализа воды озер Узункуль и Касарги по данным Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС» от 25.03.2016 г.

№ п/п	Определяемое вещество	Измеренная массовая концентрация вещества, мг/дм <sup>3</sup>	
		Оз. Узункуль	Оз. Касарги
1.	Азот аммония	0,59	0,02
2.	Азот нитритов	0,014	0,004
3.	Азот нитратов	0,021	0,029
4.	Фосфор общий	0,022	0,039
5.	рН, ед. рН	8,9	9,11
6.	Цветность	17	30
7.	Взвешенные вещества	4,0	5,5
8.	Железо общее	0,10	0,03
9.	Гидрокарбонаты	1089	1048
10.	Карбонаты	не сделан анализ	
11.	Сульфаты	138	591
12.	Хлориды	1187	847
13.	Кальций	11,2	18,0
14.	Магний	227	192
15.	Медь	0,0011	0,0019
16.	Цинк	0,019	0,014
17.	Марганец	0,021	0,030
18.	Свинец	0,00	0,0012
19.	Кадмий	0,0012	0,0014
20.	Никель	0,0023	0,0054
21.	Перманганатная окисляемость	23,1	13,0
22.	ХПК	210	161

Таблица 2

Результаты количественного химического анализа воды озер Узункуль и Касарги по данным Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС» от 25.03.2018 г.

№ п/п	Определяемое вещество	Измеренная массовая концентрация вещества, мг/дм <sup>3</sup>	
		Оз. Узункуль	Оз. Касарги
1.	Азот аммония		1,39
2.	Азот нитритов		0,003
3.	Азот нитратов		0,062
4.	Фосфор общий	0,008	0,007
5.	рН, ед. рН	8,9	9,12
6.	Цветность, °	17	10
7.	Взвешенные вещества	6,0	4,0
8.	Железо общее	0,19	0,07
9.	Гидрокарбонаты	1201	1109
10.	Карбонаты		
11.	Сульфаты	150	558
12.	Хлориды	798	1125
13.	Кальций	22	18
14.	Магний	219	243
15.	Медь	0,0028	0,0031
16.	Цинк	0,022	0,046
17.	Марганец	0,064	0,039
18.	Свинец	0,0019	0,0024
19.	Кадмий	-	<0,0003
20.	Никель	0,0124	0,0104
21.	Перманганатная окисляемость	17,1	12,5
22.	ХПК	104	82,4

### Качество воды и трофия водоемов

Качество воды будет различным в зависимости от трофического типа озер. Традиционно выделяют:

1. Олиготрофные озера – глубокие, с чистой, холодной водой, прозрачностью по диску Секки свыше 6 м (в летнее время), величина биогенной продукции меньше деструкции. Содержание кислорода близко к насыщению на всех глубинах;

2. Мезотрофные – имеют средние питательные условия, прозрачность воды 2,5-4,5 м. Продукция примерно равна деструкции, содержание кислорода в придонных слоях заметно уменьшается в летний период;

3. Эвтрофные – богатые биогенными элементами, прозрачность воды 1-2 м, продукция превышает деструкцию, содержание кислорода в поверхностных слоях свыше 100-120% насыщения, дефицит кислорода в придонных горизонтах. Наблюдается «цветение» синезеленых II-III степени;

4. Гипертрофные – в результате доминирования синезеленых водорослей (IV-V степень «цветения») начинается значительное сокращение численности остальных видов планктона. Продукция значительно превышает деструкцию, прозрачность воды менее 30 см. Содержание кислорода в поверхностных слоях свыше 150-200% насыщения, в придонных – анаэробные условия (если озеро глубокое).

Существуют и переходные типы – олигомезотрофный, мезоэвтрофный. Внутри эвтрофного выделяют также слабо эвтрофный и полиэвтрофный типы.

Трофический статус водоема по TSI также можно определить по формуле:  $TSI=10(6-\log_2SD)$ , где SD – это прозрачность по диску Секки, м.



Характеристики трофических типов можно определить по Trophic State Index (TSI).

Таблица 1

Трофический индекс TSI и связанные с ним параметры (по Carlson, 1977)

Тип водоема	TSI	Прозрачность	Робщ, мг/м <sup>3</sup>
Олиготрофный	0	64	0,75
	10	32	1,5
	20	16	3
	30	8	6
Мезотрофный	40	4	12
	50	2	24
Эвтрофный	60	1	48
	70	0,5	96
Гипертрофный	80	0,25	192
	90	0,12	384
	100	0,06	768

В системе Росгидромета для оценки качества воды используется ИЗВ (индекс загрязненности воды), как интегральный показатель, опирающийся на ПДК. Индекс загрязненности рассчитывается как среднее из суммы 6 элементов: O<sub>2</sub>, мг/л; БПК<sub>5</sub>, мгО/л; и четырьмя загрязняющим элементами, близким или превышающим ПДК.

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \quad (\text{по В.В. Масленниковой, 1993})$$

где C<sub>i</sub> – концентрация одного из 6 ингредиентов

ПДК<sub>i</sub> – предельно-допустимая концентрация данного элемента.

Показатель ИЗВ имеет два недостатка:

1. Основывается на средней концентрации, а для характеристики качества важно и максимальное значение;
2. Если загрязнение водного объекта обусловлено превышением ПДК одним-двумя элементами, а содержание других незначительно, то в результате осреднения занижается значение ИЗВ, которое не отражает реального состояния.

Для устранения Указанных недостатков дополнительно учитывают максимальные превышения ПДК по тому или иному элементу.

Но, не смотря на свои недостатки, показатель ИЗВ можно использовать в качестве «регистратора» рыбохозяйственной, рекреационной и хозяйственно-бытовой деятельности.

Таблица 2

Классы загрязнения по ИЗВ

<b>Значение ИЗВ</b>	<b>Характер загрязнения</b>
<1	относительно чистые
1-2,5	умеренно загрязненные
2,5-4,0	загрязненные
4,0-10	грязные
>10	чрезвычайно грязные