



**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 КАСЛИНСКОГО
ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ»

**Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 – «Экология и природопользование»
Направленность программы бакалавриата
«Природопользование»**

Проверка на объем заимствований:

94,29% % авторского текста

Выполнил:

Студент группы ОФ-401/058-4-1

Журавлев Александр Игоревич

Работа допущена к защите

«19» июня 2017 г.

Зав.кафедрой географии и МОГ

Малаев А.В.

Научный руководитель:

Кандидат географических наук,

доцент.

Захаров С.Г.

Челябинск

2017

~12, 2017~

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	6
1.1 Географическое положение изучаемой территории.....	6
1.2 Геологическое строение и рельеф изучаемой территории.....	7
1.3 Климатические особенности изучаемой территории.....	8
1.4 Гидрографические особенности изучаемой территории.....	9
1.5 Ландшафты изучаемой территории.....	11
ВЫВОДЫ К ПЕРВОЙ ГЛАВЕ.....	12
ГЛАВА 2. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕР.....	13
2.1 Методика и материалы исследования.....	13
2.2 Морфология и морфометрия озерных котловин.....	13
2.3 Водный режим озер	17
2.4 Гидрохимические параметры озер водоемов.....	18
2.4.1 Общая минерализация водоемов.....	19
2.4.2 Содержание биогенных веществ в воде изучаемых озер....	22
2.4.3 Содержание тяжелых металлов в воде изучаемых водоемов.....	25
2.5. Последствия аварии на насосной станции №3 города Касли для Красноармейского пруда.....	27
ВЫВОДЫ КО ВТОРОЙ ГЛАВЕ.....	31
ГЛАВА 3. СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕР.....	33
3.1. Хозяйственное использование озер. Характер и степень антропогенного воздействия.....	33
3.2. Современное экологическое состояние озер и оценка качества вод.....	34

3.3. Перспективы развития и рекомендации по улучшению экологического состояния озер.....	39
ВЫВОДЫ К ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ.....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	49

Введение

Озера Каслинско- Иртышской группы включают в себя около 20 водоемов. Эта наиболее водообменная озерная система Челябинской области издавна использовалась человеком. В XX веке значение водных ресурсов Каслинско-Иртышской системы значительно возросло в связи со строительством ядерного объекта – ПО «Маяк» и г. Челябинск-40 (нынешний г. Озерск).

Экосистемы озер формируется под сильным антропогенном влиянием; многие озера группы при этом остаются малоизученными (Куташи, Малые Касли).

Формирование качества вод во втором по размерам озере Челябинской области – Иртыш, зависит от состояния вод озер Большие и Малые Касли.

Цель работы: определение гидроэкологического состояния озер Куташи, Большие и Малые Касли как водоемов, оказывающих влияние на водность и качество вод озера Иртыш.

Задачи:

1) Выполнить промеры глубин и составить батиметрические карты озер Малые Касли и Куташи для получения морфометрических показателей данных озер;

2) Отобрать и проанализировать пробы вод изучаемых озер; выполнить расчеты для установления современного качества воды и гидроэкологического состояния водоемов;

3) Предложить рекомендации по улучшению гидроэкологического состояния водоемов.

Объект изучения: озера Большие и Малые Касли, озеро Куташи.

Предмет изучения: гидроэкологическое состояние озер Куташи, Большие и Малые Касли

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 и особенности стока в оз. Иртяш; определено современно качество озерных вод; разработаны рекомендации по улучшению и стабилизации экологического состояния озер Куташи, Большие и Малые Касли.

Апробация работы: по результатам исследования делались доклады на конференциях:

- 1) «Универсиада студенческой науки в ЧГПУ» в апреле 2015 и апреле 2016 г.
- 2) Всероссийская научно-практическая молодежная конференция «Исследования природных и социально-экономических систем и проблемы естественнонаучного образования» (Екатеринбург, 23-24 апреля 2015г.);
- 1) Международная экологическая студенческая конференция «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирск, ноябрь 2016 г.);
- 2) IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы географии Урала и сопредельных территорий» (Челябинск, 19-21 мая 2016 г.).

По теме исследования имеется 4 публикации.

Глава 1. Физико-географическая характеристика изучаемой территории

1.1. Географическое положение

Озера Большие и Малые Касли, Куташи и Красноармейский пруд располагаются в пределах Каслинского муниципального района Челябинской области. Описываемые озера включены в одну единую водную систему озер - Каслинско-Иртышскую. Озера группы являются источниками питьевого и технического водоснабжения, водоотведения (оз. Силач), обладают высоким рекреационным потенциалом. Озера Каслинско-Иртышской системы являются судоходными для маломерного флота. [9]

Географические координаты озерных центров: озеро Большие Касли $55^{\circ} 54'30''$ с.ш., $60^{\circ} 18'36''$ в.д., озеро Малые Касли расположено на $55^{\circ} 52'$ с.ш., $60^{\circ} 47'$ в.д.; озеро Куташи - $55^{\circ}53'$ с.ш., $60^{\circ}48'$ в.д.

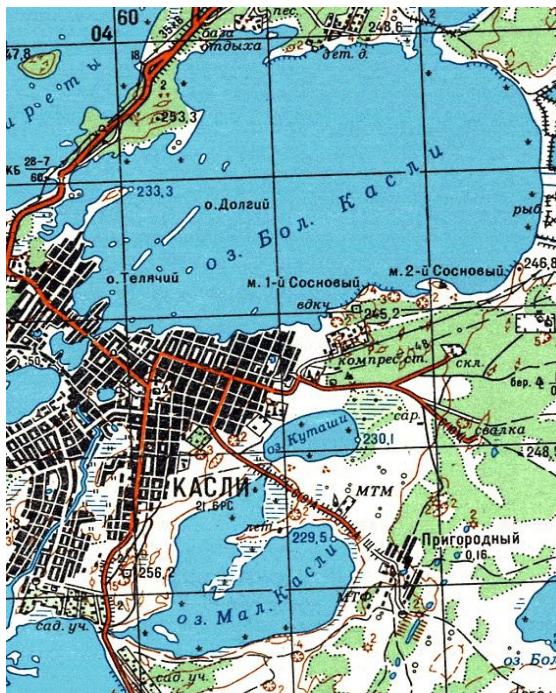


Рис.1. Расположение изучаемых водоемов

Котловины озер тектонического и эрозионно-тектонического происхождения, приурочены к предгорному прогибу, разделяющему Уральскую горную страну и Зауральский пенеппен. Воды изучаемых озер пресные; по термо-динамическому режиму озера относятся к димиктическим замерзающим. Водосборная территория озер Каслинско-Иртышской группы расположена на стыке переходных геоморфологических структур Среднего и Южного Урала.[8]. Из Каслинско-Иртышской озерной системы формируется сток в р. Теча (бассейн р. Тобол).

1.2. Геологическое строение и рельеф изучаемой территории.

В геолого-структурном отношении восточный склон Южного Урала включает южные окончания двух макроструктур: Тагило-Магнитогорского прогиба (Магнитогорский мегасинклиорий) и Восточно-Уральского поднятия.[4]

Каслинский район располагается в зоне тектонических структур Восточно-Уральского поднятия. Здесь, на севере области, развиты горные породы раннего палеозоя. Значительная часть раннепалеозойских пород относится к силурийской системе, которая широко развита в Каслинском районе. Это осадочные, вулканические и метаморфические толщи, содержащие песчаники, алевриты, глинистые сланцы, диабазы, порфириды, андезиты-базальты и туф, а также зеленые сланцы, кварциты и гнейсы. [16]

Каслинский район по характеристике глубинных структур располагается на Кыштымском микроконтиненте. Он сложен группами мелких гранитоидных и гнейсо-гранитовых массивов, соединенных

метаморфическими породами морского и континентального происхождения.[13]

Изучаемые водоемы расположены на границе Сысертско-Ильменогорского мегантиклинория, который сложен преимущественно песчаниками, кварцитами, кристаллическими сланцами, доломитами и известняками, и Арамильско-Сухтелинского мегасинкленория, который сложен вулканическими породами, известняками и песчаниками.

Рельеф Каслинского района характеризуется наличием всхолмленной, местами увалистой равнины, разделенной речными долинами и широко развитой сетью озерных впадин тектонического происхождения.

Рельеф района достаточно разнообразен и охватывает все три высотные ступени Челябинской области. В горную (высота от 400 м и выше) ступень входит западная часть района. Это гряды Косых, Могильных и Теплых гор, восточнее – цепочка Потаниных и Вишневых гор. Самая высокая в районе точка у западной границы – вершина горы Анциферова – 613 м. Вторая ступень – возвышенная равнина или Зауральский пенеппен (от 200 м до 400 м) простирается до линии озёр Куяныш – Пороховое (высота последних 205 м и 216 соответственно). Далее следует третья высотная ступень – Западно-Сибирская равнина (высота менее 200 м). Самая низкая в районе точка – 141 м. Таков уровень реки Синары.

1.3. Климатические особенности изучаемой территории.

Климат изучаемого района характеризуется как умеренно теплый континентальный с продолжительной холодной зимой, теплым летом и короткими переходными сезонами.

Средняя годовая температура составляет $+1^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура января – -16°C . Зима снежная и ветреная. Зимой многие небольшие реки промерзают до дна. Среднемесячная температура июля составляет 17°C . Годовая амплитуда температурных колебаний составляет 77°C , при максимуме $+32,2^{\circ}\text{C}$, минимуме $-39,5^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков колеблется от 400 до 500 мм в год. [14] Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года (375 мм), преимущественно в летние месяцы. Относительная влажность воздуха января составляет – 80%, июля – 73%. Среднегодовая влажность воздуха – 74%. [15]

Продолжительность зимы на изучаемой территории составляет 4,5 месяца. Переходные сезоны (весна, осень) короткие на них приходится 1 – 1,5 месяца.

Первые осенние заморозки отмечаются в конце августа – начале сентября, последние наблюдаются до конца мая – начала июня.

Образование устойчивого снегового покрова происходит в конце октября – начале ноября. Средняя дата установления – 4 ноября. Весеннее таяние снега начинается в конце марта – начале апреля. Средняя дата разрушения – 5 апреля. [15]

Залегание устойчивого снежного покрова продолжается 152 дня, средняя его высота – 36 см. Глубина промерзания грунта достигает 1,8 – 2,0 м. [11]

Для района господствующими являются ветры западного направления со средней годовой скоростью 3,8 м/сек, наименьшее – в августе – 2,7 м/сек;

1.4. Гидрографические особенности изучаемой территории.

В Каслинско-Иртышскую озерную систему входят около полутора десятка озер. Прежде всего, это озера Силач, Сунгуль, Киреты, Большие

Касли, Большой Кисегач и Малый Кисегач. Перечисленные озера представляют единую водную систему с уровнем около 233 м Б.С. С перечисленными озерами имеют проточную связь: озеро Аракуль (самое высоко расположенное озеро группы), озера Куташи, Малые Касли, Иртяш, Большая и Малая Наного, Кызыл-Таш. К озерам Каслинской группы относятся также озера, расположенные к востоку от г. Касли – Алабуга и Травяное.

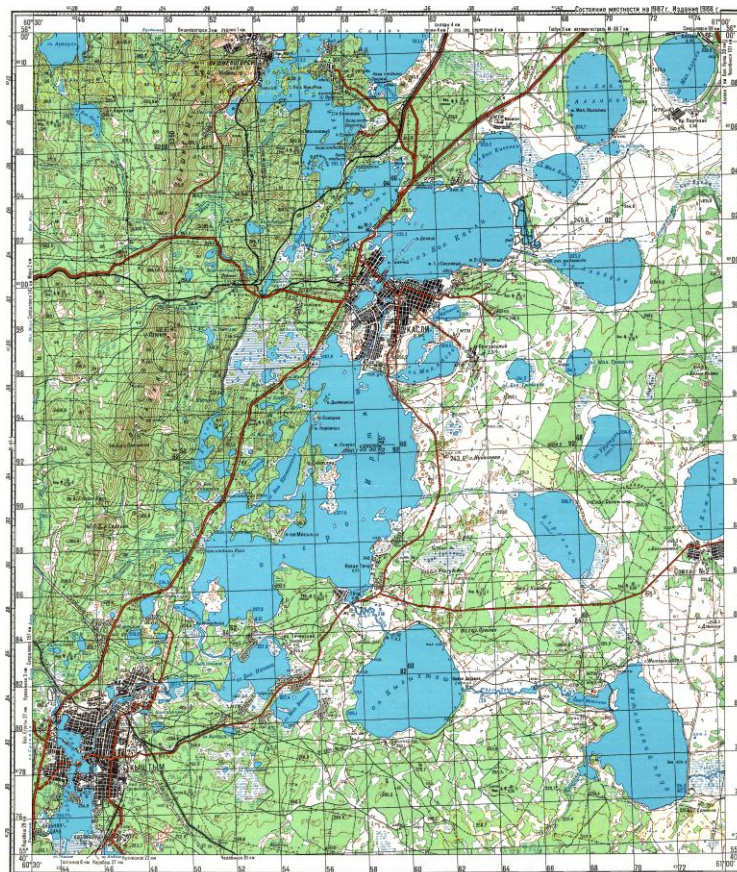


Рис.2. Гидрографическая сеть изучаемого района.

Гидрографическая сеть района относится к бассейну реки Обь. Характерной особенностью района является большая степень озерности (>7%) и превышает среднюю по области - 2,4%. [16]

Высокая озерность восточных предгорий, где располагается изучаемый район, связана с неотектоническими движениями и сложившимися режимами увлажнения ($K_{увл}$ -- 0,9-1,1)

Каслинский район имеет разветвленную гидрографическую систему, состоящую из реки Синара и ее притоков (р. Багаряк, Караболка, Боевка и др.), а также реки Теча.

Длина реки Теча в пределах области составляет 156 км. Характерной особенностью реки Теча является ее зарегулированность Теченским каскадом водоемов (отстойники слаборадиоактивных вод). Формирование водности Теченского каскада водоемов происходит со стороны Каслинско-Иртышской системы: в этой связи формирование объема и качества вод озера Иртыш является особо важной задачей.

1.5 Ландшафты изучаемой территории.

Территория Каслинского района лежит в области распространения серых, лесных, серых лесных осолоделых, луговых почв. [12]

Серые лесные почвы формируются в условиях периодически проливного водного режима. Серые лесные почвы характеризуются кислой реакцией почвенного раствора, невысокими запасами питательных веществ. А также неблагоприятными физическими свойствами. Эти почвы наиболее распространены в северной лесостепи и лесостепи предгорий. [2]

На изучаемой территории сходятся сибирская, европейская и казахская флора. Кроме этого, здесь много остатков флоры прежних эпох реликтовых видов, сформировалась и своя флора.

Каслинский район относится к бореально-лесной зоне, в пределах которой преобладают разнообразные леса - хвойные и лиственные.

Леса образованы двумя основными породами: сосной и березой бородавчатой с примесью осины, реже встречается береза пушистая, клен встречается очень редко. Липа лишь местами растет над пологом сосновых и березовых лесов. Лиственница распространена крайне ограничено.[11]

На территории Каслинских озер располагается фауна европейской и западно-сибирской тайги.

На изучаемой территории из ценных промысловых птиц преобладают отряды куриных и гусеобразных. Из зверей преобладают представители отряда хищных - это волки и т.д; и пушные звери. [12]

Выводы к первой главе.

Изучаемые озера находятся на границе двух физико-географических провинций (это провинции Восточных предгорий и Зауральского пенеблена). Формирование природного стока различается у озер горно-лесных ландшафтов (Аракуль, Силач, Сунгуль Киреты), и озер, лежащих на стыке лесных и лесостепных провинций (Б. Касли, Б. и М. Кисегач, Куташи и М. Касли, а также оз. Иртяш). Современное формирование объема и качества стока происходит под значительным влиянием антропогенного фактора (водозабор на оз. Аракуль, сброс стоков в оз. Силач и Сунгуль со стороны площадки г. Снежинска и Вишневогорска; водозабор из оз. Киреты (в прошлом) и др.). Значительное антропогенное воздействие, а так же пограничное местоположение озер, формирует сложный гидрохимический режим озер.

Глава 2. Гидрологические характеристики водоемов.

2.1 Методика и материалы исследования.

В январе 2015 года были произведены замеры глубин озера Малые Касли, а в феврале 2017 года – озера Куташи. По полученным данным были построены батиметрические карты водоемов.

В период с марта 2015 года по март 2017 года были отобраны гидрохимические пробы на озерах Большие, Малые Касли, Куташи и в Красноармейском пруду. 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.

На основании полученных данных были рассчитаны потребительское качество воды (по ИЗВ) и экологическое состояние водоемов (показатель трофии-качества Оксийок-Жукинского). [9]

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.

2.2 Морфология и морфометрия озерных котловин.

Озера Каслинско-Иртышской системы расположены в северной части Челябинской области, в бассейне реки Теча. Это типичные горные озера тектонического и эрозионно-тектонического происхождения. Они вытянуты цепочкой в меридиональном направлении вдоль восточного склона Вишневых, Потаниных и Граниных гор, переходящих южнее в

Ильменский хребет. Этот горный район является водосборной территорией для данной группы озер, общая площадь которого достигает 2 тыс.км [21].

Описываемые озера входят в одну озерную систему - Каслинско-Иртышскую. Абсолютные отметки озер: Большие Касли – 233,3 м БС; Куташи – 230,1 м БС; Малые Касли – 229,5 м БС.

Морфометрические параметры озер приведены в таблице 1.

Озеро Большие Касли имеет сильно изрезанную береговую линию, встречаются многочисленные острова. Берега озера Большие Касли каменистые, более высокие на западе и пониженные на востоке. В озеро вдаются мысы[8]. Озеро Малые Касли имеет пологие частично заросшие берега в плесе, а в заливе – практически полностью заросшие.

Озеро Куташи – сильно заросший водоем. Восточная часть заболочена. Берега сильно заросшие, кроме юго-западного, который зарос фрагментарно.

Таблица 1

Основные морфометрические показатели исследуемых водоемов.

Озеро	Объем воды, млн.м ³	Площадь водного зеркала, км ²	Глубина, м	
			Максимальная	Средняя
Большие Касли	81	20,5	8,1	4
Малые Касли	10,53	4,33	4,3	2,4
Куташи	5,71	3,52	2,7	1,62
Красноармейский пруд	11 (тыс.м ³)	27,2 (тыс.м ²)	0,8	0,41

Примечание: озеро Б. Касли описаны по [2]

Для определения происхождения озерных котловин и интенсивности процессов внутреннего водообмена, необходимо учитывать разнообразные

морфометрические коэффициенты, которые отражены в таблице 2. Формулы, которые были использованы для расчета, представлены в Приложение 1.

Таблица 2.

Морфометрические коэффициенты водоемов.

	Коэффициент глубинности	Коэффициент емкости	Коэффициент открытости
Большие Касли	1,46	0,49	5,2
Куташи	1,47	0,6	2,17
Малые Касли	1,07	0,56	1,8

Коэффициент глубинности косвенно указывает на условия перемешивания в озере водных масс. Чем больше его значение, тем большие физико-химические различия будут иметь поверхностные и придонные водные массы.

Коэффициент емкости показывает форму котловины водоема. Все коэффициенты емкости у изучаемых водоемов варьируют в пределах от 0,4 до 0,6, это соответствует котловинам параболического типа, которые чаще всего встречаются у тектонических озер.

Коэффициент открытости указывает на степень ветрового перемешивания; чем больше коэффициент, тем сильнее перемешивание.

Несмотря на свой относительно большой размер, озеро Малые Касли имеет малые коэффициенты глубинности и открытости, по сравнению с озером Куташи и Красноармейским прудом. Но если проанализировать карта-схему водоема (см.рис.2) то можно увидеть, что озеро водная масса озера очень сильно дифференцирована, т.е. имеются две относительно обособленные части озера, в которых могут наблюдаться гидрохимические и гидробиологические различия.

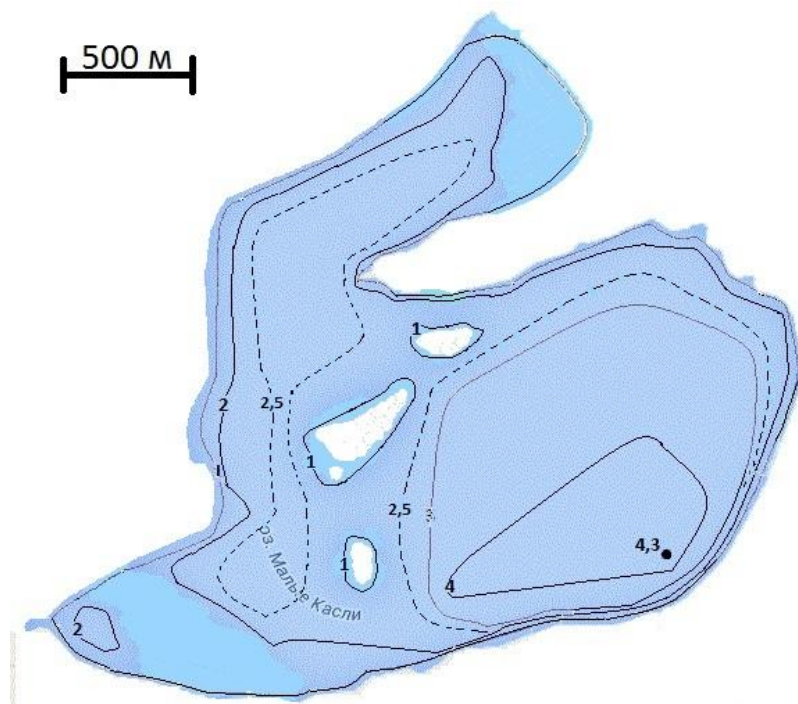


Рис.3. Батиметрическая карта-схема озера Малые Касли. [4]

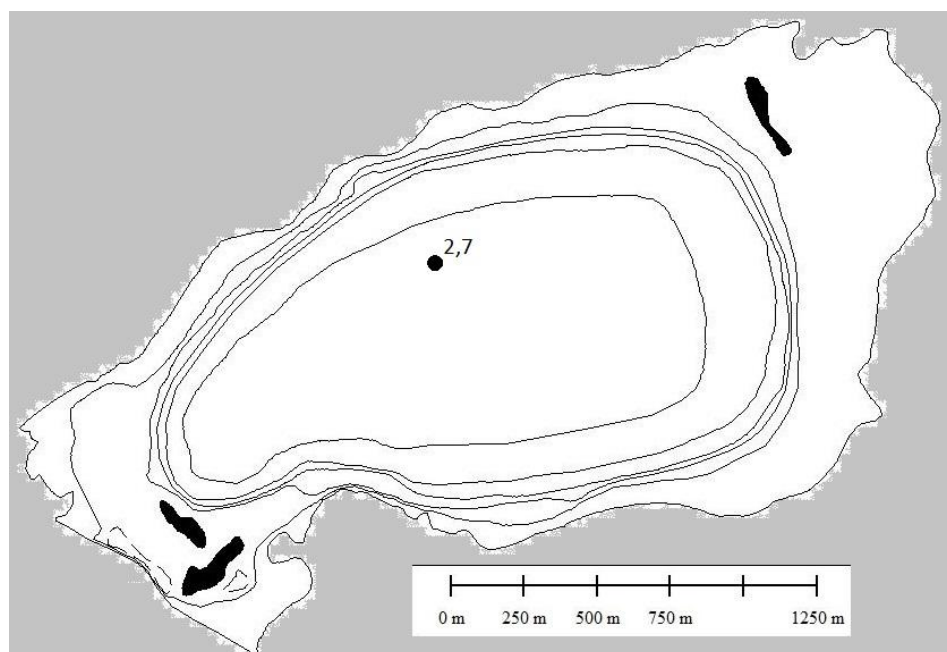


Рис.4. Батиметрическая карта-схема озера Куташи (горизонталы проведены через 0,5м)

2.3 Водный режим озер.

На основе особенностей многолетних колебаний изучаемый район относят к Миасско-Тобольскому, где продолжительность маловодных фаз примерно 12-13 лет, многоводных 6-7 лет. Маловодные фазы начинаются обычно раньше, чем в других районах Среднего и Южного Урала. Что касается многоводных фаз, то они наступают с некоторым опозданием [2].

Изменение температуры поверхностного слоя характеризуется тем, что в первой половине мая температура воды переходит через 4°C . Среднее её значение за май составляет $11-12^{\circ}\text{C}$ [2].

Самая высокая температура воды наблюдается в июле. Средние месячные её значения составляют в этом месяце $18-20^{\circ}\text{C}$.

Начиная с августа температура воды понижается, составляя в сентябре $11-12^{\circ}\text{C}$. В дальнейшем охлаждение воды усиливается ещё больше. В октябре температура озер переходит через 4°C , а в конце октября - начале ноября через $0,2^{\circ}\text{C}$. [9]

По термической классификации изучаемые водоемы соотносятся с термически среднеустойчивыми озерами.

Вскрытие озер начинается через 15-20 дней после переходы температуры воздуха через 0°C весной.

Сроки ледовых явлений в отдельные годы сильно варьируют в зависимости от метеорологических условий и теплозапасов воды [2].

По термической классификации озер М.А. Андреевой изучаемые водоемы можно отнести к следующим типам:

- термически неустойчивые озера – Куташи и Красноармейский пруд (практически однородное распределение температуры по вертикали, могут перемерзнуть);
- термически малоустойчивые озера – Малые и Большие Касли (летом стратификация нарушается гомотермией).

2.4 Гидрохимические параметры изучаемых водоемов.

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. [9].

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» [13].

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.

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).

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.

Содержание микроэлементов в воде обусловлено породами, которые слагают котловину озера, и почвами, находящиеся на водосборе водоема. Также содержание некоторых микроэлементов, например марганец, обусловлено процессами жизнедеятельности флоры и фауны водоема. [9]

Концентрации микроэлементов во многом определяет пригодность воды для хозяйственного использования.

Органическое вещество определялось нами по показателям перманганатной и бихроматной окисляемости (ХПК), а также по параметру цветности.

2.4.1. Общая минерализация водоемов.

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.

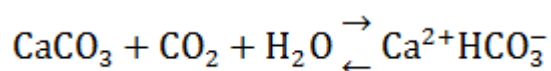
Общая минерализация изучаемых водоемов и гидрохимические типы воды отражены в таблице 3.

Таблица 3

Общая минерализация и соотношение основных ионов в воде озер
Куташи, Большие и Малые Касли (мг/л)

	Март 2015 г.	Май 2015г.	Сентябрь 2015г	Март 2017г.
Большие Касли				
Общая минерализация (сумма ионов)	326	-	362,8	367,9
Тип воды	Хлор-магниевый C_{IIIa}^{Ca}	-	Содовый C_I^{Na}	Сульфатно-натриевый C_{II}^{Ca}
Куташи				
Общая минерализация (сумма ионов)	-	420	301	525,6
Тип воды	-	Содовый C_I^{Na}	Хлор-магниевый C_{IIIa}^{Ca}	Хлор-магниевый C_{IIIa}^{Ca}
Малые Касли (Плес)				
Общая минерализация (сумма ионов)	771,1	650,5	-	783,4
Тип воды	Содовый C_I^{Mg}	Содовый C_I^{Na}	-	Содовый C_I^{Na}
Малые Касли (Залив)				
Общая минерализация (сумма ионов)	999,9	-	-	802,4
Тип воды	Содовый C_I^{Mg}	-	-	Хлор-магниевый C_{IIIa}^{Mg}

Из таблицы 3 мы видим, что происходит смена гидрохимической группы в зависимости от сезона. Этот процесс связан со следующей реакцией:



При повышении концентрации углекислого газа (что активно происходит зимой) уравнение смещается в правую сторону. [13]

Летом, когда идет повышение температуры, можно наблюдать 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 [13]. Это и проявляется в смене гидрохимической группы по сезонам.

Так же стоит отметить о росте минерализации вод озера Большие Касли с 1970 года:

1970 год – 163 мг/л, тип воды - C_{IIIa}^{Ca} [21]

2010 год – 244 мг/л, тип воды - C_{I-II}^{Ca} [10]

Рост общей минерализации, скорее всего, связан с антропогенным влиянием на озеро. Аналогичную ситуацию можно наблюдать на озере Куташи.

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что минерализация изучаемых озер относительно стабильна, устойчиво сохраняется гидрохимический класс воды (гидрокарбонатный), как по сезонам, так и по годам изучения. Но при этом минерализация озер Куташи и Малые Касли значительно выше, чем в оз. Б. Касли.

Обнаружено, что концентрация сульфатов в озере М. Касли зимнее время увеличилось почти в 4 раза. Это может быть связано с выходом свободной серы или сероводорода, что может свидетельствовать о дефиците кислорода в подледный период (рис. 5).

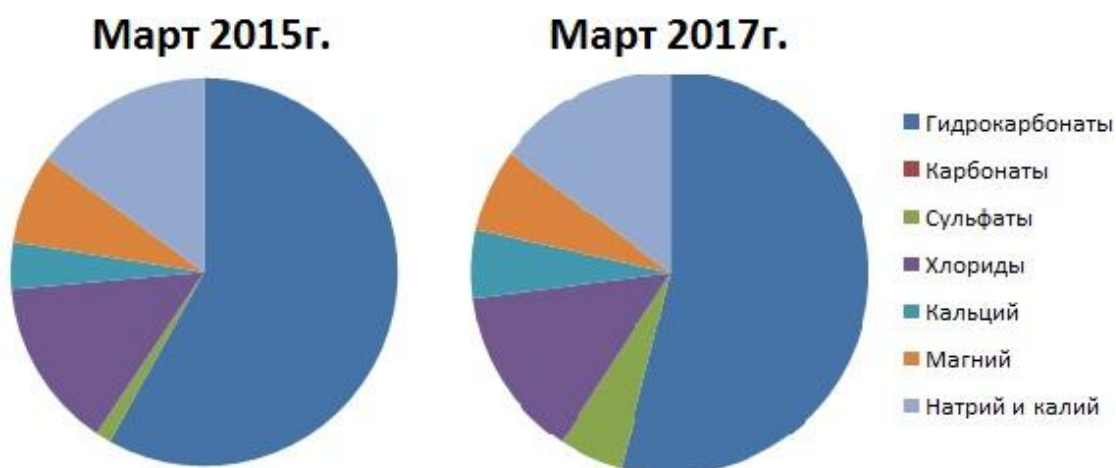


Рис.5. Содержание основных ионов в воде озера Малые Касли (мг.экв/л).

Что же касается гидрохимического типа воды озера Малые Касли, то, по данным Черняевой (1970), он был содовый (C^{Mg}_I). Этот же тип воды мы наблюдаем и в наших исследованиях.

2.4.2 Содержание биогенных и органических веществ в воде изучаемых озер

После отбора проб, вода анализировалась на следующие биогенные компоненты – различные формы азота (а именно, аммонийная, нитритная и нитратная формы азота) и фосфор общий. Результаты показаны на рис. 6.

Повышение всех форм азота в теплое время года является показателем биологической активности. Летом, в присутствии кислорода, нитрифицирующие бактерии активно «перерабатывают» аммонийный азот в нитратный, а зимой происходит обратный процесс (возрастают концентрации аммонийного азота)

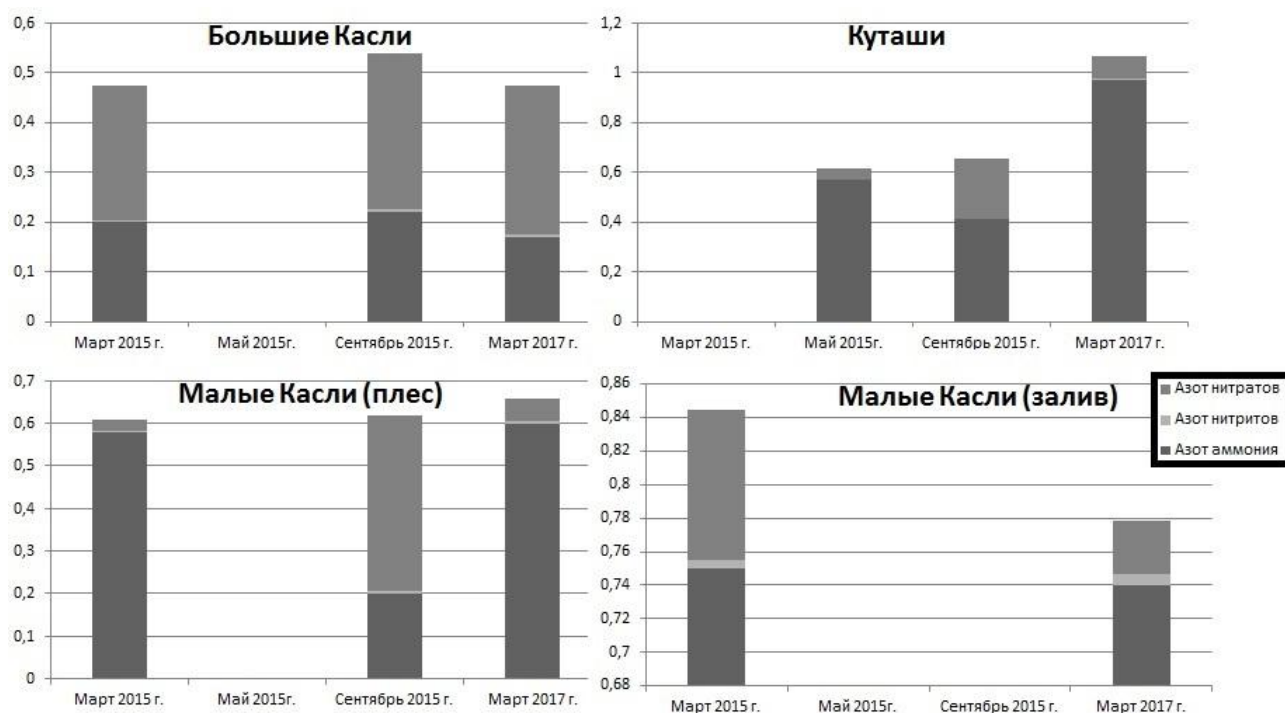


Рис.6. Содержание минерального азота в воде изучаемых водоемов (мг/л)

Но 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.

У озера Большие Касли амплитуда сезонных колебаний минерального азота несильная (в особенности нитратного азота), поэтому можно сделать вывод: водоем не сильно подвергается процессам эвтрофикации. [13]

А вот у озер Куташи и Малые Касли наблюдается обратная картина. Большие скачки содержаний аммонийного азота в марте и высокое содержание нитратного азота в сентябре говорит нам о высокой биологической активности.

Таблица 4.

Содержание фосфора общего в воде изучаемых водоемов, (мг/л)

		Март 2015 г.	Май 2015г.	Сентябрь 2015 г.	Март 2017 г.
Большие Касли		0,138	-	0,165	0,307
Куташи		-	0,019	0,013	0,019
Малые Касли	Плес	0,007	-	0,013	0,019
	Залив	0,015	-	-	0,011

Обнаружено направленное повышение концентраций фосфора в оз. Б. Касли в период 2001 – 2017 гг. (в 2001 году содержание фосфора общего достигало 0,11 [11]). Скорее всего, это связано с постепенным увеличением выноса фосфора из донных отложений в анаэробных условиях. Так же это может свидетельствовать о росте сельскохозяйственной деятельности на водосборе водоема.

Стоит отметить, что отдельные небольшие заливы озера Большие Касли уже очень сильно подвергаются процессам эвтрофикации (это отмечается появлением характерного запаха у воды в заливах и увеличением числа макрофитов, вплоть до полного зарастания залива).

Концентрации фосфора относительно маленькие и стабильные во времени в озерах Малые Касли и Куташи. Но стоит учитывать, что в течение года уровень воды активно меняется, достигая своего максимума в мае, т.о. «разбавляя» загрязняющие вещества.

2.4.3 Содержание тяжелых металлов в воде изучаемых водоемов.

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

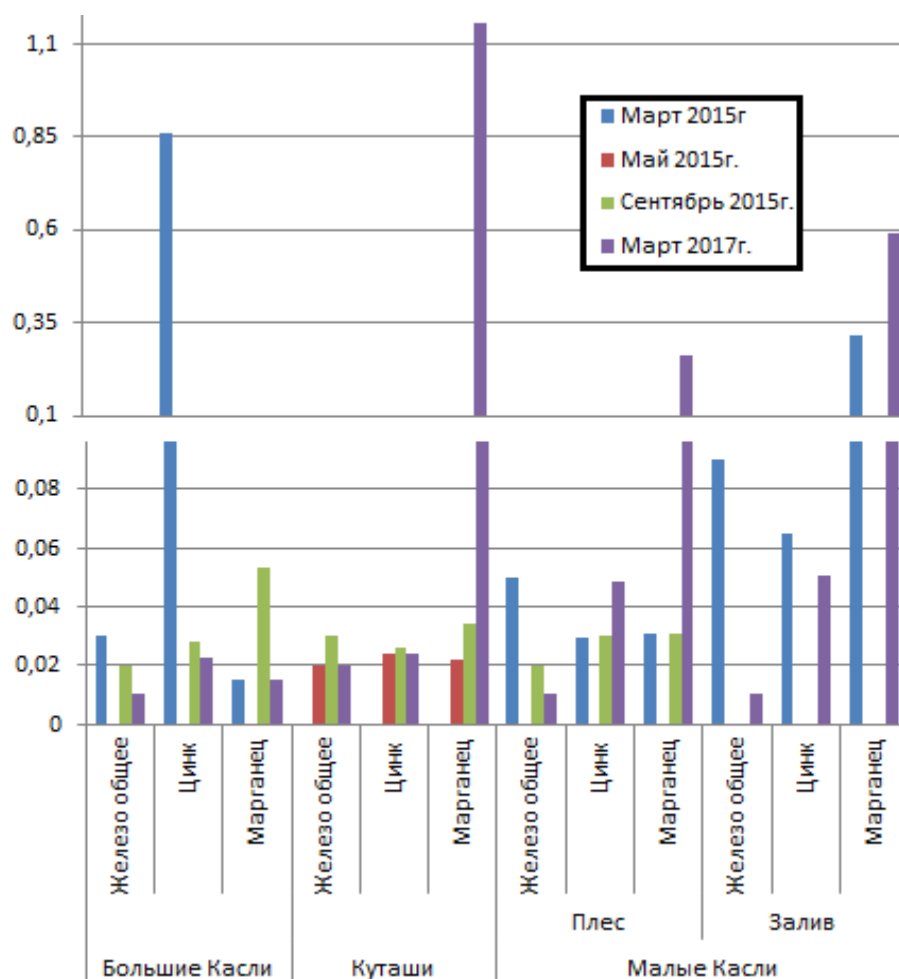


Рис.7. Содержание железа общего, цинка и марганца в воде изучаемых водоемов. (мг/л)

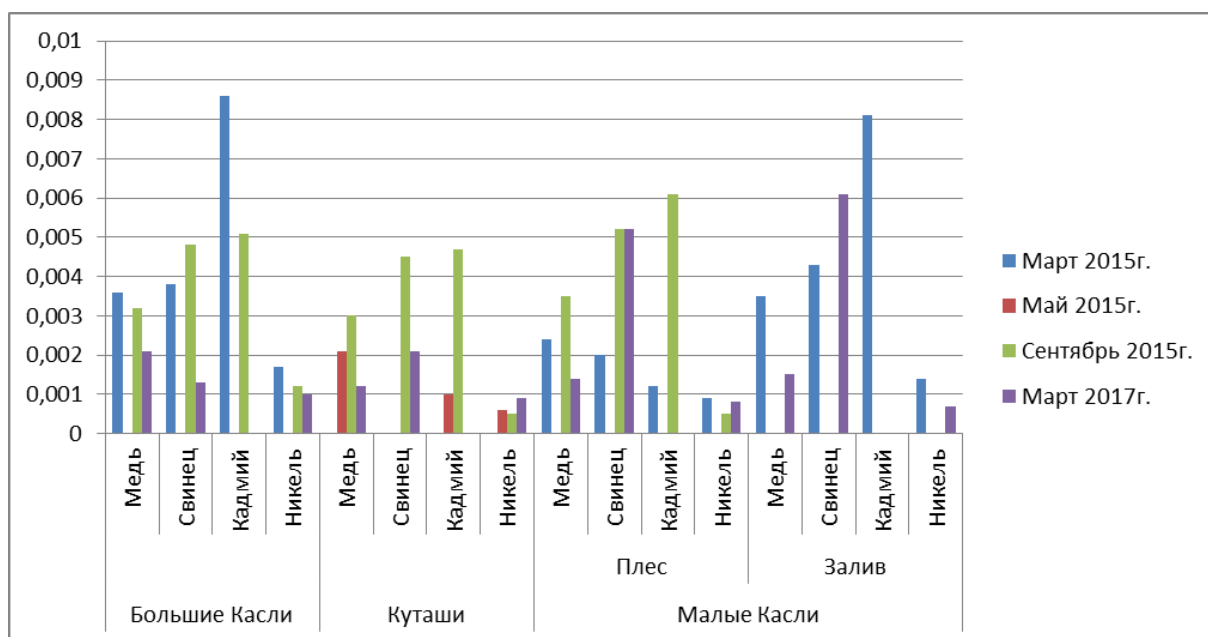


Рис.8. Содержание меди, свинца, кадмия и никеля в воде изучаемых водоемов. (мг/л)

Высокое содержание цинка в пробе «Март 2015г.» на озере Большие Касли скорее всего связано с цехами цветной металлургии и металлообработки и рудообогатительных комбинатов, расположенных на водосборах вышележащих озер (Сунгуль и Силач), с этим же можно связать и повышение концентрации кадмия, который является «спутником» цинка [13]. 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, и поэтому повышение концентраций можно видеть в сентябре 2015 года и на других водоемах. Это может свидетельствовать о плохой фильтровальной станции города Касли (вода в озера Куташи и Малые Касли из озёр Киреты и Сунгуль может попасть только через систему водоснабжения города). При этом в дальнейшем мы наблюдаем резкое падение концентрации кадмия до нуля. Причины снижения концентраций не установлены.

Никель очень хорошо адсорбируется на взвешенных веществах и в донных отложениях, но стоит отметить, что процесс адсорбции так же зависит и от рН. Если обратить внимание на таблицу 11, то можно заметить что содержание никеля уменьшилось в 2 раза, этому способствовало увеличение рН, при росте которого растворимость никеля падает, и уменьшение взвешенных частиц, которые осели на дно вместе с этим металлом. Так же стоит отметить, что никель очень хорошо сорбируется на соединениях железа, в которое в дальнейшем так же может осаждаться на дно. [13]

Повышенное содержание марганца в пробах вод озер Куташи и Малые Касли 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 Последствия аварии на насосной станции №3 города Касли для Красноармейского пруда.

Красноармейский пруд (в народе «Попово озерко») по своей морфологии напоминает небольшое озеро лесостепной зоны. В 70-80 е годы XX века на берегу водоема располагался парк, что несло существенную антропогенную нагрузку на пруд. Постепенно отдых вблизи

берега и эстетическая ценность этого пруда сменилась на рыбалку, а потом и вовсе стал местом скопления домашних птиц (утки и гуси). Началось «фенотипическое» изменение водоема – зарастание. [7]

К основным факторам поступления органического вещества (частный сектор, расположенный на водосборе водоема, домашние птицы, а иногда и крупный рогатый скот) добавился новый, ускоривший процесс эвтрофикации водоема – авария на насосной станции №3 города Касли.

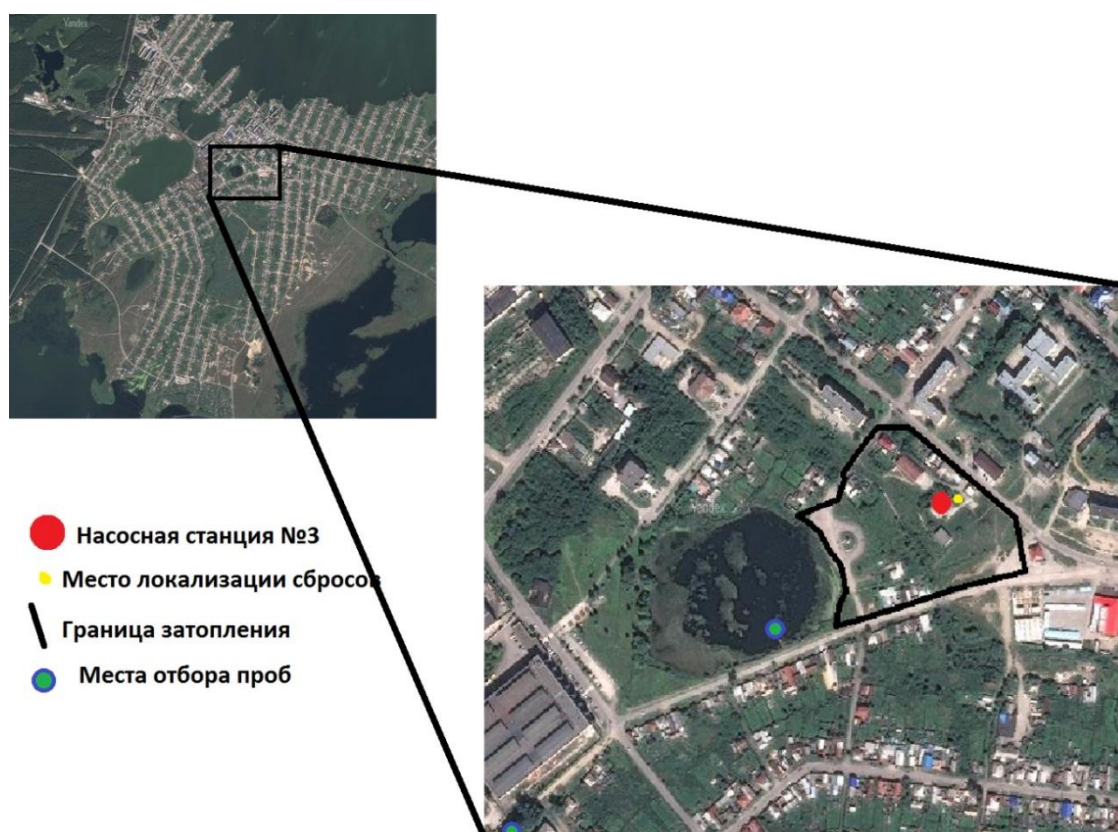


Рис.9. Место и последствия аварии [7]

После того как устаревшее оборудование сломалось, всё помещение станции затопилось и сточные воды стали подтоплять близлежащую территорию. Предполагаемо, 2,6 га территории подверглись загрязнению стоковыми водами. Примерно половина этой площади потеряла снеговой покров, а потом, после того как эти стоки остыли и впитались в грунты, промерзла. [7]

Во время ликвидации аварии было сброшено 700-1000 м³ сточных вод в Красноармейский пруд расположенный по соседству, что привело к «расконсервации» и нарушению температурного режима водоема в зимнее время. [7]

Спустя 10 дней после ликвидации аварии были отобраны пробы из самого пруда и протоки, который вытекает из этого водоема. Количественный химический анализ воды был проведен в Челябинском ЦГМС (филиал ФГБУ «Уральское УГМС»). Результаты этого химического анализа отображены в таблице 5.

Таблица 5.

Результаты количественного химического анализа пробы воды. [7]

Определяемое вещество (мг/дм ³)	Красноармейский пруд	Протока из пруда
Азот аммония	4,07	3,99
Азот нитритов	0,014	0,011
Азот нитратов	0,061	0,052
Фосфор общий	0,874	0,608
рН, ед.рН	7,10	7,24
Цветность	52	43
Перманганатная окисляемость	13,4	12,3

Высокое содержание азота аммония, его высокая доля по сравнению с нитритным и нитратным азотом и высокое содержание фосфора говорит нам о серьезном загрязнении пруда. При этом высокая доля азота аммонийного говорит нам о «свежем» загрязнении.

После схода льда усилятся процессы нитрификации, что повлечет за собой увеличение числа высшей водной растительности, а в дальнейшем и ускорение эвтрофикации водоема.

Стоит отметить и о роли водоема в формирование стока р.Исток, которая впадает в оз.Иртяш. Весной, во время снеготаяния, и во время затяжных дождей часть поступившей воды поступает по протоке из Красноармейского пруда в реку. Вода переносит из водоема «обработанную» органику и минеральные вещества, формируя гидрохимический состав реки.(см.рис.10) [7]



Рис.10. Взаимосвязь Красноармейского пруда и оз.Иртяш за счет реки Исток. [7]

Весной, в Иртяш, через Исток, начнется вынос большого кол-ва аммонийного азота и фосфора.Так же весной начнется поступление

полютантов и с загрязненного водосбора. Есть два возможных варианта развития событий:

1) Болото, через которое протекает река Исток, задержит «органику» и будет накапливать её в себе. Увеличение числа макрофитов повлечет за собой накопление донных осадков, что может привести к изменению «основной оси» движения реки, а со временем и к зарастанию русла реки. Река будет «теряться» в болоте и полностью «регуливаться» им;

2) Болотная «органика» и органические вещества из пруда будут «дополнять» друг друга, что может привести к зарастанию устья реки и части залива, куда впадает река. Со временем такой заросший залив будет источником органических веществ для оз.Иртяш. [7]

Выводы ко второй главе.

Озера Малые Касли и Куташи имеют некоторые морфометрические особенности, которые влияют на гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режим. Малые Касли имеют две обособленные части, которые в подледный период сильно дифференцированы, а озеро Куташи имеет болото в северо-восточной части, сток с которого привносит в водоем органические вещества.

На озере Малые Касли за период исследований не наблюдалась смена гидрохимических типов воды (в плесе водоема), хотя на более крупном озере Большие Касли эта смена была связана именно с подледным периодом.

Наблюдались высокие содержания кадмия и цинка во всех изучаемых озерах, что может быть связано с поступлением с предприятий цветной металлургии и рудообогатительных комбинатов, находящихся на водосборах озер Силач и Сунгуль.

Для озера Большие Касли характерно высокое содержание фосфора общего и низкие амплитуды содержаний аммонийного и нитратного форм азота. А вот у озер Куташи и Малые Касли наблюдается иная картина. Здесь, на этих водоемах, содержание фосфора очень низкое, а вот амплитуда сезонных колебаний концентраций аммонийного и нитратного форм азота очень высокие, что говорит нам об эвтрофикации водоемов.

Глава 3. Современное экологическое состояние озер.

3.1 Хозяйственное использование озер. Характер и степень антропогенного воздействия.

Изучаемые озера относятся к водоемам рыбохозяйственного и хозяйственно-бытового значения. Озеро Большие Касли закреплено за Каслинским рыбозаводом, а озеро Малые Касли – за частными предпринимателями.

Здесь ведется интенсивный промысел ерша, карася золотого и серебряного, карпа, леща, линя, окуня, плотвы, рипуса, сига, щуки и др. [20].

Степень рекреационной нагрузки на изучаемые водоемы незначительная. Основная доля отдыхающих приходится на южный берег озера Большие Касли и на северо-восточный берег Малые Касли.

Антропогенное влияние на озеро Большие Касли происходит, в основном, косвенно, через выше располагающиеся озера в Каслинско-Иртышской группе озер (озера Силач и Сунгуль), на которых расположены предприятия горно-добывающей и тяжелой промышленности (металлообработка).

Озеро Малые Касли испытывает большое влияние системы водоотведения города Касли. Из соседнего озера Куташи, через протоку, происходит поступление большого количества загрязнителей, в то же время, Куташи – приемник сточных вод с очистных сооружений, которые находятся не в лучшем техническом состоянии.

Так же озеро Малые Касли из-за особенностей строения своего дна «спасает» плес от загрязнения. Коса, которая продолжается от мыса, вместе с сетью островов является своего рода естественным фильтром-барьером. Большая часть веществ, как органических, так и минеральных,

поглощается водной растительностью, расположенной вдоль косы, между островами. [4]

Так же коса является некой границей двух гидроценозов (один расположен в плесе, другой – оставшаяся часть озера), каждый из которых обладает своими гидрохимическими особенностями среды.

3.2. Современное экологическое состояние озера и оценка качества вод.

Начало комплексных исследований озер Каслинско-Иртышской группы с целью обоснования ведения рыбного хозяйства, относится к концу 30-х годов. В дальнейшем они были продолжены разными организациями – Уральское отделение ГомНИИОРХ, Тюменский университет, ЮжУралНИИВХ. Полученные материалы свидетельствовали о тенденции ухудшения качества воды. [11] В связи с этим явлением в 1990-1993 гг. ЮжУралНИИВХ были проведены детальные исследования, включающие три блока:

- Анализ состояния озер и мероприятия по улучшению их качества воды;

- Методы и способы доочистки сточных вод, поступающих в озера.

[11]

Как показал анализ гидрохимического и гидробиологического режима, значительные негативные последствия зафиксированы в летний период, когда возникало «цветение» воды синезелеными водорослями, а также зимой, когда за счет дефицита кислорода отмечался замор рыбы.

[18]

Качество вод оценивалось о ИЗВ:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$$

,где C_i – концентрация i -го вещества, ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го вещества. (по В.В. Масленниковой,1993)

ИЗВ рассчитывались по железу общему, меди, цинку, марганцу, кадмию и ХПК.

Таблица 6.

ИЗВ озер Куташи, Большие и Малые Касли и их основные загрязнители.

		Март 2015	Сентябрь 2015	Март 2017
Мал. Касли	Плес	1,8 (Марганец)	2,77 (Кадмий)	5,56 (Марганец)
	Залив	8,53 (Марганец)	-	11,06 (Марганец)
Бол.Касли		16,81 (Цинк)	3,06 (Марганец, Кадмий)	1,1 (Марганец)

Для озера Куташи в мае показатель ИЗВ достигал 1,4, а в марте – 20,05. Таким образом, в подледный период характер загрязнения вод водоема сменяется с умеренно загрязненного на чрезвычайно грязный. Основным загрязнителем является марганец.

Озеро Большие Касли во время попадания цинка из вышележащих водоемов так же приобрел высокие значения ИЗВ, но в целом для него характерен – умеренно загрязненные воды, а в иногда наблюдается приближение значения ИЗВ к относительно чистым водам.

На озере Малые Касли За два года произошел резкий скачок значений ИЗВ от умеренно загрязненных к грязным, что так же можно связать с резким ростом рекреационной активности и ростом рыбохозяйственной деятельности на водоеме.

Помимо расчетов ИЗВ нужно знать основной (или основные) загрязнитель.

Стоит отметить, что показатель ИЗВ имеет два недостатка:

1. Основывается на средней концентрации, а для характеристики качества важно и максимальное значение;
2. Если загрязнения водного объекта обусловлено превышением ПДК одним-двумя элементами, а содержание других незначительно, то в результате осреднения занижается значение ИЗВ, которое не отражает реального состояния.[9]

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

В таблице 6 отражены показатели ИЗВ, которые рассчитывались по рыбохозяйственным ПДК. При анализе этой таблицы можно сделать следующие выводы:

- 1) Основным загрязняющим элементом (особенно для Малых Каслей и Куташи) является марганец, который может служить показателем высокой биологической активности;
- 2) В марте 2015 года на озере Большие Касли, основным загрязняющим элементом был цинк, что возможно связано с попаданием его из вышележащих водоемов, на водосборе которых расположены предприятия цветной металлургии и металлообработки;
- 3) Возрастание ИЗВ на озере Малые Касли за 2 года, предположительно, связано с резким скачком рекреационной

активности на озере, а так же с увеличением рыбохозяйственной деятельности

- 4) Почти 14-кратная разница значений ИЗВ в мае и в марте на озере Куташи связано с тем, что отбор воды в мае совпадает с периодом половодья на водоеме, т.е. произошло максимальное разбавление загрязняющих веществ в воде;
- 5) В сентябре 2015 года основным загрязняющим веществом был кадмий, а в дальнейшем его концентрации были невелики или практически нулевыми. Причины снижения концентраций не установлены;
- 6) В тёплое время года оз. Малые Касли может активно использоваться для рыбохозяйственной деятельности, а оз. Большие Касли – в течение всего года;
- 7) Период ледостава – период высоких содержаний загрязняющих веществ. В это время года рыбохозяйственная деятельность на озерах Куташи и Малые Касли должна быть ограничена.

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

- Озеро Большие Касли (март 2015 г.) – класс качества – 2 – чистая, разряд качества воды – 2 б – вполне чистая, категория трофности – мезотрофный;

- Озеро Большие Касли (сентябрь 2015 г.) – класс качества – 3 – удовлетворительной чистоты, разряд качества воды – 3 а – достаточно чистая, категория трофности – мезоэвтрофный;

- Озеро Большие Касли (март 2017 г.) – класс качества – 3 – удовлетворительной чистоты, разряд качества воды – 3 а – достаточно чистая, категория трофности – мезоэвтрофный;

- Озеро Малые Касли (плес) (март 2015 г.) – класс качества воды – 2 – чистая, разряд качества воды – 2 б – вполне чистая, категория трофности – мезотрофный;

- Озеро Малые Касли (плес) (сентябрь 2015 г.) – класс качества воды – 2 – чистая, разряд качества воды – 2 б – вполне чистая, категория трофности – мезотрофный;

- Озеро Малые Касли (плес) (март 2017 г.) – класс качества воды – 2 – чистая, разряд качества воды – 2 б – вполне чистая, категория трофности – мезотрофный;

- Озеро Малые Касли (залив) (март 2015 г.) – класс качества воды – 3 – удовлетворительной чистоты, разряд качества воды – 3 б – слабозагрязненная, категория трофности – эвтрофный;

- Озеро Малые Касли (залив) (март 2017 г.) – класс качества воды – 3 – удовлетворительной чистоты, разряд качества воды – 3 б – слабозагрязненная, категория трофности – эвтрофный;

- Озеро Куташи (Май 2016 г.) – класс качества воды – класс качества воды – 3 – удовлетворительной чистоты, разряд качества воды – 3 а – достаточно чистая, категория трофности – мезоэвтрофный;

- Озеро Куташи (Март 2017 г.) – класс качества воды – класс качества воды – 3 – удовлетворительной чистоты, разряд качества воды – 3 б – слабозагрязненная, категория трофности – эвтрофный;

Если говорить о Красноармейском пруде, то по методике Окснюк О.П. и Жукинского В.Н. его можно отнести разряду 4б (сильно загрязненная) к моменту после аварии.

Выше изложенная методика так же имеет свои недостатки что и показатель ИЗВ: данная методика не позволяет оценить «вклад» тяжелых металлов на формирование качества воды. Поэтому, когда речь идет о данной методике, мы должны понимать что категории и классы качества

воды формируются из содержания биогенных веществ и показателей связанных с ними, а так же из гидробиологических показателей.

3.3. Перспективы развития и рекомендации по улучшению экологического состояния озер.

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.

При сопоставлении всех полученных и известных данных можно сделать вывод, что озеро Большие Касли хорошо подходит в качестве источника водоснабжения, но только при использовании специальной очистки от тяжелых металлов и фосфора. Так же в качестве рыбохозяйственных водоемов подходят озера Большие и Малые Касли, но только в теплое время года (озеро Большие Касли подходит для ведения хозяйства в течение всего года).

Для улучшения экологического состояния на изучаемых водоемах необходимо проделать следующие работы:

- 1) Ограничить сброс промышленных сточных вод в озера расположенные выше озера Большие Касли в Каслинско-Иртышской группе озер (т.е. в озера Силач и Сунгуль);
- 2) Улучшить систему обработки сточных вод, а так же сокращение их сброса в озеро Куташи, что должно привести к уменьшению поступления поллютантов в озеро Малые Касли;
- 3) Провести очистные мероприятия на водосборах озер Куташи, Большие и Малые Касли и вынести часть огородов г.

Касли, ферм и пастбищ из прибрежной зоны, тем самым прекратить смыв биогенных веществ в водоемы;

4) Регулярно проводить ряд очистных мероприятий в промежуточных водоемах системы «Большие Касли – Иртыш», т.е. на Городском и Заводском прудах;

5) Устранить источники антропогенного воздействия на водоемы и их экосистемы;

6) Регулярно проводить комплексные мониторинговые исследования водоемов.

Городской и Заводской пруды и озеро Малые Касли являются естественными фильтрами для озера Иртыш. От экологического состояния этих водоемов в частности зависит экологическое состояние озера Иртыш. Илы, накопившиеся в прудах и в заливе озера Малые Касли, могут послужить источниками вторичных загрязнений. Так же и высокое количество водной растительности по берегам может быть источниками биогенных веществ в озере Иртыш.

На Городском и Заводском прудах, озере Малые Касли и протоке из оз.Куташи следует регулярно проводить ряд следующих мероприятий:

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

2) Погружение понтонов с макрофитами между озером Большие Касли и Городским прудом, между озерами Малые Касли и Куташи в летний период для поглощения поллютантов, с дальнейшей утилизацией самих макрофитов осенью;

3) Проводить извлечение илов со дна этих водоемов с целью уменьшения процессов выноса загрязняющих веществ, в частности фосфора общего (особенно на озере Большие Касли);

4) Ограничить строительство новых огородов и животноводческих ферм на водосборе изучаемых водоемов.

Восстановление экологического состояния озер Каслинско-Иртышской группы – очень сложный и многоплановый процесс. Он зависит от политики сразу нескольких муниципальных образований Челябинской области – это Каслинский район, Озерский, Кыштымский и Снежинский городские округа.

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

Что же касается аварии на водосборе Красноармейского пруда, то, в общем, проанализировав эту ситуацию, можно сделать следующий прогноз:

- поступление большого кол-ва органических веществ может привести к изменению растительного покрова и закислению почвы;

- увеличение органических веществ в водоеме и на водосборе Красноармейского пруда приведет к угнетению высшей водной растительности и образованию болота;

- болото может поднять уровень грунтовых вод и изменить питательный режим реки Исток, в которую впадает протока из пруда;

Для сокращения поступления органического вещества из Красноармейского пруда можно провести следующие работы:

- выкашивание макрофитов ранней весной и с последующей их утилизацией, что способствует сокращению поступления органических веществ и других поллютантов в водоем;

- изъятие донных отложений способствует уменьшению возможности вторичного загрязнения.

Выводы к третьей главе.

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.

В подледный период характер загрязнения вод изучаемых водоемов менялся на один-два порядка. Основным загрязнителем является марганец, но в период март-сентябрь 2015 года основными загрязнителями были цинк и кадмий, в дальнейшем концентрации которых «упали».

Основные рекомендации по восстановлению изучаемых водоемов:

- 1) Ограничить сброс промышленных сточных вод в озера Силач и Сунгуль;
- 2) Улучшить систему обработки сточных вод, а так же сокращение их сброса в озеро Куташи, что должно привести к уменьшению поступления поллютантов в озеро Малые Касли;
- 3) Провести очистные мероприятия на водосборах озер Куташи, Большие и Малые Касли и вынести часть огородов г. Касли, ферм и пастбищ из прибрежной зоны, тем самым прекратить смыв биогенных веществ в водоемы;

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

Заключение

В результате проведенных исследований 2015 – 2017 г.г., и сопоставляя данные более ранних исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Проведена батиметрическая съемка водоемов Куташи и Малые Касли, по результатам которой выполнены батиметрические карты озер. Параметры изучаемых озер следующие: площадь озер – 3,52 км² и 4,33 км² соответственно, объем водной массы – 5,71млн.м³ и 10,53 млн.м³ соответственно;
2. Выявлены гидрохимические пространственные различия в озере Малые Касли, что связано с двумя обособленными частями озера, которые были выявлены во время батиметрических замеров озера;
3. Северо-восточная часть озера Куташи сильно заболочена (в зимнее время болото практически не замерзает), что может влиять на гидрохимический режим водоема;
4. Выявлены основные загрязнители водоемов – это тяжелые металлы (марганец, цинк и кадмий) и биогенные вещества (соединения азота и фосфора);
5. Отмечается перенос загрязняющих веществ по системе «Киреты – г.Касли – Малые Касли» через озеро Куташи, что может свидетельствовать о поступлении поллютантов в озеро Иртяш, а так же о плохой фильтровальной станции г.Касли;
6. Установлено современное экологическое состояние изучаемых водоемов, а так же их современный уровень трофности:
 - оз. Большие Касли – класс качества 3 – воды удовлетворительной чистоты; показатель загрязнения по ИЗВ – 1,1 (переходный, от относительно чистого водоема к умеренно загрязненному); категория трофности – мезоэвтрофный водоем;

- оз. Малые Касли (плес) – класс качества – 2 – воды чистые; показатель загрязнения по ИЗВ – от 2,77 до 5,56 (переходный, от умеренно загрязненного к грязному); категория трофности – мезотрофный водоем;
 - оз. Малые Касли (залив) – класс качества воды (по методике Оксийок – Жукинского) – 3 –удовлетворительной чистоты; класс загрязнения по ИЗВ – от 8,5 до 11(грязный) ; категория трофности –эвтрофный водоем;
 - оз.Куташи – класс качества воды (по методике Оксийок – Жукинского) – 3 – удовлетворительной чистоты; класс загрязнения по ИЗВ изменяется от 1,4 до 20,05 (от умеренно загрязненных до чрезвычайно грязных); категория трофности – эвтрофный водоем
7. Установлено, что идет увеличение антропогенной нагрузки на изучаемые водоемы во времени, что проявляется в росте показателей ИЗВ. Это является показателем достижения предела самоочищения озера Малые Касли и в скором времени попадания поллютантов в озеро Иртяш. Также изменение значений ИЗВ связано с ростом фосфора общего (для озера Большие Касли), что является показателем с\х активности на водосборе;
 8. Установлено, что воды озера Большие Касли пригодны для хозяйственно-бытового использования со специальными фильтрами очистки от тяжелых металлов и соединений фосфора, а также установлена пригодность озер Большие и Малые Касли для рыбохозяйственной деятельности (для оз. Малые Касли – только в теплое время года);
 9. Предложены следующие рекомендации по улучшению экологического состояния озер:

- провести очистные мероприятия на водосборе (вынос животноводческих ферм с водосборов озер, очистка территорий от несанкционированных свалок и вынос пастбищ с водосборов);
- регулярное проведение очистных мероприятий на Городском и Заводском прудах и озере Куташи. Рекомендуется извлечение илов с дальнейшей их переработкой.
- урегулирование потока рекреантов на озера Малые и Большие Касли, путем создания платных пляжей.

Список используемых источников:

1. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Оценка эколого-геохимических изменений [Электронный ресурс]: сборник задач/ В.А. Алексеенко, А.В. Суворинов, Е.В. Власова – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 216с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51635.html>. – ЭБС «IPRbooks».
2. Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала / М.А. Андреева. – Челябинск, 1993. – 235с.
3. 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».
4. Журавлев А.И. Гидрохимическое состояние вод озера Малые Касли// Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Материалы IV заочной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 170-летию РГО – Челябинск: «Край Ра», 2015. – с.150-153.
5. Журавлев А.И. Гидроэкологическое состояние озера Куташи//Экология России и сопредельных территорий. Материалы XXI Международной экологической студенческой конференции – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2016. – с.155.
6. 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.
7. Журавлев А.И. Последствия аварии на насосной станции №3 города Касли для городского пруда и озера Иртяш// Проблемы географии Урала и сопредельных территорий. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – Челябинск: «Край Ра», 2016 – с.41-44.
 8. 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.
 9. Захаров С.Г. Мы изучаем озера. Учебно-методическое пособие для учителей общеобразовательных школ и педагогов дополнительного образования / С.Г.Захаров. – Челябинск, 2001. – 60с.
 10. Захаров С.Г. Озера Челябинской области: учебное пособие / С.Г.Захаров. – Челябинск : АБРИС, 2010. – 128с.
 11. Кривопалова З.Ф. Экологическое состояние озер Каслинской системы / З.Ф. Кривопалова // Социальное партнерство в решении водно-экологических проблем по материалам проекта «Питьевая вода». – Челябинск, 2002. – с.25-31.
 12. Лесненко В.К. Мир озер / В.К. Лесненко. – М.: Просвещение, 1989. – 158с.
 13. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник – 2-е издание / А.М. Никоноров. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 444с.
 14. 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.
15. Природа Челябинской области / Под ред. А.М. Андреевой. – Челябинск: Издательство ЧГПУ, 2000. – 269с.
16. Разработать мероприятия по улучшению качества воды системы Каслинских озер и устранению помех в водоснабжении города Касли – промежуточный отчет за 1992 год / ЮжУралНИИВХ – Челябинск, 1992. – 98с.
17. 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»
18. 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»
19. Челябинская область. Атлас: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Латюшина. – Челябинск: АБРИС, 2002. – 32с.
20. Челябинская область: энциклопедия / гл. ред. К.Н. Бочкарев. – Челябинск: Каменный пояс, 2004. Т.2. – Д – И. – 672с.
21. Черняева Л.Е. Гидрохимия озер (Урал и Приуралье) / Л.Е. Черняева, А.М. Черняев, М.Н. Еремеева. – Л.: 1977. – 355с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Морфометрические коэффициенты.[9]

Коэффициент глубинности.

$$K_{гл} = H_{ср} / \sqrt[3]{S_{оз}}$$

, где $K_{гл}$ – коэффициент глубинности, $H_{ср}$ – средняя глубина озера, а $S_{оз}$ – его площадь. (по П.В.Иванову, 1948).

Коэффициент емкости.

$$K_{ем} = \frac{H_{ср}}{H_{макс}}$$

, где $K_{ем}$ – коэффициент емкости озера, а $H_{ср}$ и $H_{макс}$ – его средняя и максимальная глубины соответственно. (по Г.Ю. Верещагину, 1930)

Коэффициент открытости.

$$K_{от} = S_{оз} / H_{ср}$$

, где $K_{от}$ – коэффициент открытости, $S_{оз}$ – площадь озера, $H_{ср}$ – его средняя глубина.