



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

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ  
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕР ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа по направлению  
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями)  
Направленность программы бакалавриата  
«Экономика. География»  
Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:  
\_\_91,0\_\_ % авторского текста

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована  
« 09 » 06 2020 г.  
зав. кафедрой географии и МОГ  
Малаев Александр Владимирович

Выполнила:  
Студентка группы ОФ-501/069-5-1  
Запивалова Евгения Эдуардовна

Зипу  
Научный руководитель:  
канд. геогр. наук, доцент  
Дерягин Владимир Владиславович

Челябинск  
2020

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИМЕНЕННЫЕ МЕТОДИКИ.....	7
ГЛАВА 1. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МАКРОФИТОВ В ХОЗЯЙСТВЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	10
1.1 Закономерности размещения высшей водной растительности в озерных экосистемах.....	10
1.2 Видовое разнообразие высшей водной растительности на некоторых озерах Челябинской области.....	14
1.3 Социально-экономическая нагрузка на высшую водную растительность.....	18
1.4 Выводы по главе 1.....	21
ГЛАВА 2. ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫСШУЮ ВОДНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА.....	23
2.1 Экологические последствия горнодобывающих и перерабатывающих заводов.....	23
2.2 Ранжирование техногенного загрязнения территории по индексу загрязнения исследуемой территории.....	26
2.3 Выводы по главе 2.....	32
ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТКЛИКА МАКРОФИТОВ НА ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В КУРСЕ ГЕОГРАФИИ.....	34
3.1 Методическая разработка игры «Экспедиция Алхимика».....	34
3.2 Технологическая карта урока.....	40
3.3 Выводы по главе 3.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	48
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	54

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных элементов водной экологической среды являются высшие водные растения (далее - ВВР) или макрофиты. Макрофиты – это сосудистые растения и крупные водоросли, и мхи, произрастающие как в водной среде, так и в условиях избыточного увлажнения в прибрежной зоне[7, с.283]. За продолжительное время своего существования они приспособились к жизни, как под водой, так и над водной гладью, а также связали себя с почвой и воздушной средой.

Прежде всего ВВР выделяет кислород, тем самым насыщая воду. В местах, где произрастают макрофиты, содержание растворённого кислорода на 40-60% выше. Также важна способность макрофитов к накоплению веществ как из водной толщи, так и из донных отложений, позволяющая очищать водную массу. Анализ накопленных макрофитами веществ дает возможность выделять различные антропогенные факторы по воздействию на водоём и считать ВВР биоиндикатором техногенного загрязнения. Данная растительность имеет преимущество перед другими индикаторами, т.к. ВВР видны невооруженным глазом и с легкостью поддаются определению. К тому же имеют большое видовое разнообразие и широко распространены по озерам Челябинской области[7].

Челябинская область считается старопромышленным регионом, что повлияло на окружающую среду и привело ее к деградации. Предприятия чёрной и цветной металлургии функционируют здесь уже более 100 лет [11]. Горная промышленность и металлургическая индустрия активно изменяют исторически сложившиеся геохимические циклы элементов в природе, «перекачивают» на земную поверхность элементы, извлекая из недр и обогащая их в технологических циклах [17].

Воздействие аэрального техногенного загрязнения определяется на наземных растениях в пределах 4-6 км, но визуальные наблюдения показали, что шлейф аэральных выбросов распространяется на 15-20 км. Исходя из

этого возникает проблема выбора индикатора, который позволит оценить степень антропогенного влияния на любом расстоянии от источника загрязнения.

Объект исследования – высшая водная растительность озер Южного Урала, предмет исследования – накопление макрофитами продуктов аэрального выброса медеплавильного производства.

Цель работы – выявление экологической роли высшей водной растительности озер Челябинской области в ранжировании техногенного воздействия.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Выявить степень изученности темы по экологической роли макрофитов в ранжировании техногенного воздействия;
2. Определить экологическое значение высшей водной растительности, исходя из ранжирования техногенного воздействия;
3. Установить особенности накопления поллютантов озерными макрофитами при техногенном загрязнении;
4. Создать методическую разработку для применения в школьном курсе географии с использованием результатов данного исследования.

Научная новизна:

1. Впервые определены зоны видового разнообразия двух лимнологического-гидрологического районов с центрами максимального числа видов.
2. Создана и апробирована классификация озёрных ВВР, в основу которой легли географические особенности озер Челябинской области.
3. Впервые получено ранжирование территории окрестностей медеплавильного производства г. Карабаша Челябинской области по уровню загрязнённости донных отложений озёр и корневищ тростника и выделены зоны загрязнённости территории тяжёлыми металлами.

4. На основе полученных данных сконструирована игра «Экспедиция алхимика» и апробирована в школьной среде.

Практическая значимость:

1. Министерства экологии и сельского хозяйства Челябинской области могут применять результаты исследования для более выгодного использования биологических ресурсов, либо для определения зон первоочередной рекультивации.

2. Созданная игра по теме научного исследования может быть использована на уроках географии, краеведения и во внеурочной деятельности, а также в научном обществе обучающихся при создании проектов.

Апробация работы:

1. Доклады на ежегодных географических чтениях имени М.А. Андреевой – 2016-2019 г. (г. Челябинск, естественно-технологический факультет ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»).

2. Доклад с презентацией на Межрегиональной молодежной научно-практической конференции «УРАЛ: ПРИРОДА, ИСТОРИЯ И КУЛЬТУРА» БОЛЬШОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФЕСТИВАЛЯ в 2018-2019 г. и публикации в сборниках на темы: «Географические факторы выбора классификации для изучения макрофитов», «Видовое разнообразие высшей водной растительности некоторых озер Челябинской области (Южный Урал)» (г. Екатеринбург, ФГБОУ ВО «УрГПУ») [20, 22].

3. Доклад с презентацией на XXVI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (2019 г.) и публикация на тему «Макрофиты некоторых озер Челябинской области (Южный Урал)» (г. Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова) [24].

4. Заочное участие в Международной научно-практической конференции «НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ОТКРЫТИЯ

СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЁЖИ» (2017 г.) и публикация на тему «Сравнительная характеристика классификаций высшей водной растительности» (г. Пенза) [25].

5. Заочное участие в VI Международном научно-исследовательском конкурсе «ДОСТИЖЕНИЯ ВУЗОВСКОЙ НАУКИ 2018» (2018 г.) и публикация на тему «Видовое разнообразие макрофитов некоторых озер Челябинской области (Южный Урал)» (г. Пенза) [21].

6. Заочное участие в Летней школе молодых исследователей – 2019 “ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ” с исследовательской работой на тему «Зонирование территории по техногенному загрязнению озер (на примере окрестной г. Карабаш Челябинской области)» [23].

7. Доклад с презентацией Международная научно-практическая конференция «Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества» от Челябинского отделение РГО и публикация на тему «Географические особенности техногенного загрязнения территории (на примере окрестностей г. Карабаш, Южный Урал)» (г. Челябинск, естественно-технологический факультет ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ») [13].

8. Заочное участие во II межрегиональной с международным участием научно практической конференции “КОЛПИНСКИЕ ЧТЕНИЯ: ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИЙ ТУРИСТСКО-КРАЕВЕДЧЕСКИЙ ФОРУМ» и публикация на тему «Экспедиция Алхмика» Лимнолого-Экологического центра (г. Колпино Колпинского района г. Санкт-Петербург) [42].

9. Апробация методической разработки на педагогической практике в МАОУ СОШ № 153 г. Челябинска, а также в рамках проекта «Путешествие в страну естественных наук» областного конкурса обучающихся образовательных организаций высшего образования «Студенческая инициатива».

Работа состоит из 57 страниц, включая введение, 3 глав, заключения, списка литературы и приложения.

## ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИМЕНЕННЫЕ МЕТОДИКИ

Изучением высшей водной растительности занималась доктор географических наук М.А. Андреева [1, с. 143-145], но большинство данных, полученные ей, устарели и недостаточны для современного исследования. Поэтому работу в данном направлении продолжили студенты Лимнологического Экологического центра Челябинского Государственного Педагогического Университета (ныне ЮУрГГПУ):

1. 2002-2004 г. Т. Оберемок производит научно-исследовательскую работу по ВВР 11 озер ВУРСа, где выделяет 28 видов, принадлежащих к 14 семействам и 18 родам [36].

2. 2005 г. Н. Мироненко в рамках ВКР осуществляется зонирование озер таежной зоны Южного Урала по химическому воздействию АО «Карабашмедь» на основе анализа тяжелых металлов в макрофитах [49].

3. 2006 г. О. Крапивина определяет зоны разнообразия водной растительности восточного склона Южного Урала, опираясь на количественный состав 24 озер [32].

4. 2008 г. А. Карачурина для получения данных для ВКР изучает 10 озер Восточно-Предгорного и Восточно-Уральского районов, где выявляет наибольшее видовое разнообразие у второго района [29].

5. 2008-2012 г. А. Шундеева исследовала 9 озер, определив видовой состав, формации макрофитов и наработала картографический материал по зарастаемости изучаемых озер [49].

По изучению техногенного влияния на водную экологическую среду необходимо указать работы таких ученых, как В.Н. Удачин, ВВ. Дерягин в сотрудничестве с Р. Китагава, профессором факультета наук о Земле университета г. Хиросимы [47]. Ими было рассмотрено накопление металлов Pb и Cs в историческом аспекте. Также были определены формы нахождения тяжелых металлов в аэробной и анаэробных зонах [48] и было выяснено, что основным источником для выявления антропогенного воздействия являются

донные отложения, т.к тяжелые металлы теряют возможность перемещения в природной неизменяемой среде [15].

Студенткой ЛЭЦ ЮУрГГПУ И. Загитовой в 2017 г. изучалась антропогенная нагрузка на донные отложения озер окрестностей г. Карабаш, также ей были проанализированы стадии жизни оз. Биртильды за время функционирования АО «Карабашмедь» [19].

Продолжая список работ этой тематики, необходимо указать статью В.Н. Удачина и В.В. Дерягина, направленную на выявление техногенного воздействия на природную систему. Определены ключевые факторы, воздействующие на формирование будущего типа вод, подверженных техногенезу – «кислотопродуцирующие потенциалы сульфидов и кислотонейтрализующие потенциалы вмещающих пород озерных котловин» [47]. Уже совместно с П.Г.Аминовым и Г.Ф. Лонцакова ученые выявили разные формы нахождения тяжелых металлов в аэробной и анаэробных зонах [48].

Еще одной работой по исследованию последствий работы АО «Карабашмедь» можно назвать труд коллектива ученых Казанского государственного университета: Н.И. Жаркова, И.А. Терновской, А.Р. Низамутдинова, Н.Н. Даровских. Они занимались химическим составом поверхностных вод и свойств техногенных грунтов в районе г. Карабаша. Было выяснено, что под влиянием выбросов и сбросов медеплавильного производства воды становятся сульфатными железистыми, с низким значением рН, непригодными для бытового использования [18].

Настоящее исследование, проводимое с 2016 по 2019 г., является продолжением ранее начатых работ, дополнением полученных данных и включает анализ флористического состава, центров биологического разнообразия, а также выделение зон техногенного загрязнения.

Для осуществления научно-исследовательской работы была проанализирована научная литература, проведены полевые исследования и



отобраны пробы корневищ тростника и донных отложений (в основном, бентосометром С-1).

Макрофиты собирались ежегодно, начиная с конца июля по начало августа, когда у высшей водной растительности наблюдался пик цветения. Сбор макрофитов осуществлялся по методу В.М. Катанской и В.Г. Папченкова (метровая рамка опускалась на воду, после чего производился подсчет видового разнообразия высшей водной растительности, далее макрофиты скашивались и собирались) и в воздушно-сухом состоянии взвешивались на снегомере [30, 37].

Геоботаническое описание акваторий осуществлялось в полевых условиях. В качестве определителя макрофитов использовались работы М.И. Нейштадта «Определитель растений средней полосы европейской части СССР» (1954) [33] и П.В. Куликова «Определитель сосудистых растений Челябинской области» (2010) [34].

Концентрации тяжёлых металлов были измерены в Лаборатории геохимии техногенеза Института минералогии УрО РАН (г. Миасс) сотрудниками под руководством В. Н. Удачина на атомно-абсорбционном спектрофотометре «PerkinElmer 3110» (определялись Cu, Zn) и Analyst 300 (определялся Pb).

# ГЛАВА 1. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МАКРОФИТОВ В ХОЗЯЙСТВЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1 Закономерности размещения высшей водной растительности в озерных экосистемах

Экологическая роль макрофитов заключается в их средообразующей роли в водоёме. Прежде всего, высшая водная растительность выделяет кислород, насыщая тем самым воду. Также макрофиты способствуют развитию видового разнообразия беспозвоночных в зарослях, а также биомассы планктонных и бентосных организмов. При этом макрофиты способны отнимать биогены у фитопланктона. Конкуренция за биогенные элементы с водорослями является действенным методом борьбы с цветением водоемов.

В научной литературе существует множество классификаций макрофитов, но к настоящему времени так и не создано единой классификации. Начиная с античности, появляются первые попытки систематизировать и выделить классифицировать растения по группам. Такой работой можно считать труд "Исследование о растениях" древнегреческого учёного Теофраста Эрезосского, написанном за 2300 лет до нашей эры [46]. Он выделил наземные и водные растения, а последние разделил на болотные, озёрные и речные.

Среди современных работ по систематизации прибрежной и водной растительности выделяется несколько особенно интересных. В этих работах можно выделить черты сходства предложенных классификаций.

Наиболее известными и часто используемыми классификациями можно назвать работы ученых А.П. Щенникова [50], В.М. Катанской [30], Н.М. Распопова [43] и коллектива авторов в составе Г.С. Гигичевой, Б.П. Власовой, Г.В. Вынаевой [45]. Классификации данных авторов объединяет зависимость высшей водной растительности от самого важного фактора произрастания –

количества воды (влаги). Все авторы выделяют гидрофиты (настоящая водная растительность), которые в свою очередь делятся на:

1. Свободноплавающие: укореняющиеся и не укореняющиеся (пузырчатка обыкновенная, ряска малая);
2. Погруженные полностью в воду, прикрепленные (рдест блестящий, элодея канадская);
3. Прикрепленные, но с плавающими листьями на поверхности (рдест плавающий);
4. Полностью погруженные в воду (роголистник погруженный).

А.П. Щенников, В.М. Катанская и В.Г. Папченков выделяют гелофиты (воздушно-водные растения) [45], а И.М. Распопов и Г.С. Гигичева, Б.П. Власов, В.Г. Вынаева относят гелофиты к подгруппе гигрофитов, называя их «гигрогелофиты» (наземные болотные растения, приспособленные к обитанию в сильно переувлажненных и обводненных местах, однако нередко имеющие ксероморфное строение) [45, с. 20].

Помимо четырех выделенных групп (гидрофиты, гелофиты, гигрофиты, гигрогелофиты), В.Г. Папченков добавляет околоводные растения, которые произрастают относительно близко к береговой линии [38]. Данный тип он подразделяет на четыре категории: гигрослофиты, травянистые гигрофиты, древесные гигрофиты и гигромезофиты.

Несмотря на разницу в уровне развития современной науки и науки Древней Греции, все же можно увидеть схожесть классификации древнегреческого ученого Теофраста с современными трудами А.П. Щенникова [50], И.Д. Богдановской-Гиэнеф, И.М. Распопова [45]. Классификация объединяет наличие групп водных, прибрежных и болотных растений, однако Теофраст выделяет амфибийные (воздушно-водные) макрофиты.

Интересными для практической работы являются классификации таких ученых, как К. Ламперт [45, с. 12-13]; Е. Варминг [6], Г.И. Поплавской [40], Б.А. Федченко, N. Gams [45, с. 13], И. В. Шаркинене, В. А. Экзерцен, И. П.

Корелякова, А.П. Нечаева и В. М. Сапаева [45, с. 13]. Каждый из этих авторов создает свою классификацию, опираясь на строение и условия жизнедеятельности растений:

- 1) Полностью погруженные воду;
- 2) На поверхности находятся лишь листья;
- 3) Плавающие на поверхности воды, но прикрепленные к грунту;
- 4) Прибрежные, временно обнаженные или затопляемые.

Важным в этих классификациях является их зависимость от природных условий конкретного региона, в котором работал исследователь, что позволяет выделить общую закономерность – краеведческий характер классификаций ВВР.

Более сложными для практического применения являются классификации, в основу которых легло морфологическое строение макрофитов. Их авторами являются Х. Гамс, К. Н. Игошина и З. И. Гапека [45, с. 15]. В этих классификациях похожи следующие категории:

- 1) Лемниды (планктические, нейстические);
- 2) Элодеиды (погруженные растения с длинным стеблем и листьями);
- 3) Нимфеиды (укореняющиеся растения с плавающими на поверхности листьями, верхняя часть которых не смачивается).

Кроме них Х. Гамсом выделены группы изозтидов, валлиснериидов, линеидов, фолиидов, амфибиидов и харовых с мхами; З.И. Гапека добавляет гидрогелиофитов и меженных эфемеров. Данные классификации имеют излишние усложнения, не имеющие практического применения для озер Южного Урала.

Интересными классификациями можно считать работы С.П. Аржанова [2], С.Г. Лепневой и Г.Е. Павленко [45, с. 21], показывающие принадлежность растений к определённым экотопам:

- 1) Прибрежные;
- 2) Земноводные (воздушно-водные);
- 3) Подводные, либо водные луга;

4) Водные (полностью погруженные);

5) Свободноплавающие в толще воды.

Каждый ученый постарался отобразить характерные особенности, исходя из географических различий акватории и территории своей местности проживания. Поэтому классификации по-своему уникальны и носят краеведческий характер, выступая своеобразным механизмом по изучению родного края [22].

Большое многообразие классификаций усложняет полевые исследования, так как возникает трудность в выборе классификации, поскольку нет единого подхода. Поэтому появилась необходимость в создании собственной классификации, отвечающей географическим особенностям озер северной части восточного склона Южного Урала.

Преобладающая часть озер имеет следующие особенности:

1. Озера имеют небольшие глубины, что дает возможность активному росту воздушно-водных макрофитов вдоль малоразвитой береговой линии с обнаженными горными породами на склонах.

2. При удалении от берега происходит резкий рост глубин (свал), вследствие чего появляются полностью погруженные макрофиты, как прикрепленные к грунту, так и с плавающими листьями в толще водной поверхности.

3. Большие глубины в центральных частях озер препятствуют жизнедеятельности макрофитов, поэтому здесь они практически отсутствуют.

4. Заводы, заливы являются благоприятными акваториями роста, т.к. имеют небольшие глубины и защищены от ветрового воздействия [1, 27].

Исходя из этого, можно выделить географические факторы, которые необходимо учитывать при конструировании классификации макрофитов для озер Южного Урала: строение котловины, которая влияет на динамику глубин; изрезанность прибрежной зоны, наличие заливов; водообмен озер, обеспечивающий продуктивность макрофитов; антропогенное

вмешательство, изменяющее видовой, количественный состав растений. Эти факторы действуют на макрофиты в разной степени. Степень воздействия зависит от принадлежности озера к тому или иному гидрологическому району выделенных по классификации М.А. Андреевой [1].

Используя выявленные особенности озер и проанализированные классификации, была сконструирована обобщенная классификация, в основу которой легли работы В.Г. Папченкова с некоторыми дополнениями из классификации В.М. Катанской:

1. Гидрофиты (настоящая водная растительность);
2. Гигрофиты (полностью погруженные растения);
3. Гидатофиты (растения с плавающими листьями);
4. Гелофиты (воздушно-водные растения).

## 1.2 Видовое разнообразие высшей водной растительности на некоторых озерах Челябинской области

Выявление видового разнообразия было осуществлено путем обобщения материала исследовательских работ на 24 озерах, принадлежащих двум лимнологическим районам: Восточно-Предгорному и Восточно-Уральскому. Эти озера располагаются в двух разных лимнологических районах, что оказывает влияние на условия произрастания макрофитов:

1. Озера Восточно-Предгорного района имеют большие глубины с резкими уклонами дна и мало благоприятны для произрастания макрофитов, особенно гелофитов.

2. Озера Восточно-Уральского района имеют малые глубины и большую прибрежную зону, что более благоприятно для активной жизнедеятельности ВВР (рисунок 1.1).

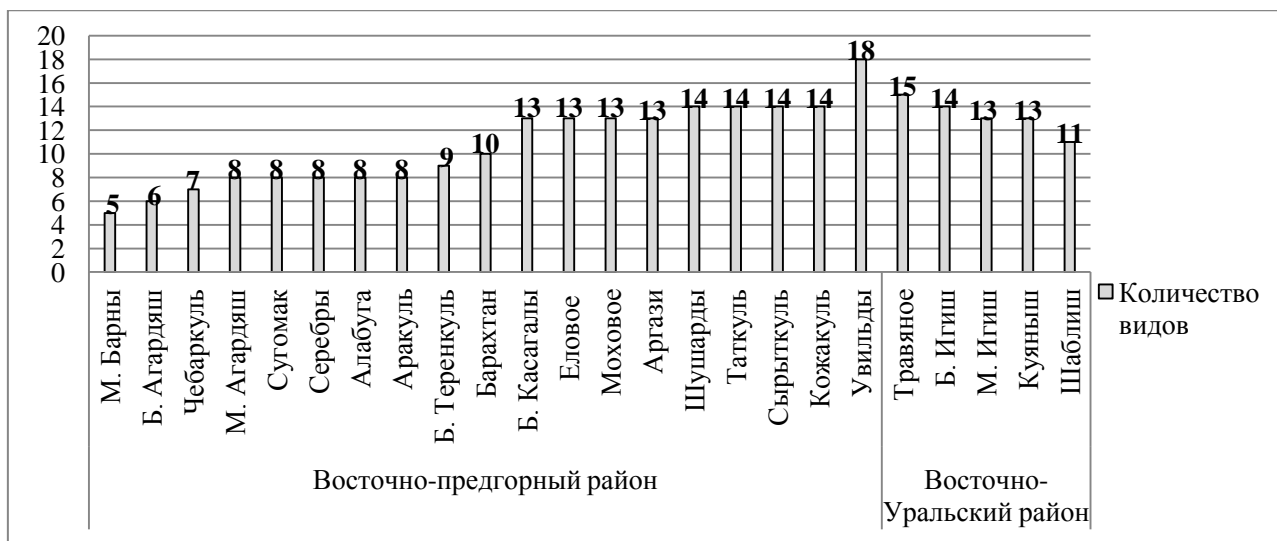


Рисунок 1.1 - Количество видов макрофитов, встреченных на исследуемых озерах

Количество видов высшей водной растительности по исследованным озерам, отражающие отношение различных видов к условиям произрастания, представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Встречаемость видов макрофитов и их экологическая группа

Высшая водная растительность	Количество озер, где встречаются макрофиты (всего 24 озера)	Экологическая группа
1	2	3
Тростник обыкновенный ( <i>Phragmites australis</i> )	24	Гелофит
Горец земноводный ( <i>Persicaria amphibia</i> )	22	Гидатофит
Водокрас лягушачий ( <i>Hydrocharis morsus-rana</i> )	21	Гидатофит
Кубышка желтая ( <i>Nuphar lutea</i> )	20	Гидатофит
Телорез обыкновенный ( <i>Stratio tesaloides</i> )	19	Гигрофит
Камыш озерный ( <i>Scirpus lacustris</i> )	18	Гелофит
Рогоз широколистный ( <i>Typhalatifolia</i> )	17	Гелофит
Рдест блестящий ( <i>Potamogeton lucens</i> )	17	Гидатофит
Кувшинка белая ( <i>Nymphaea alba</i> )	17	Гидатофит

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Стрелолист обыкновенный ( <i>Sagittaria sagittifolia</i> )	16	Гидатофит
Уруть мутовчатая ( <i>Myriophyllum verticillatum</i> )	15	Гигрофит
Элодея канадская ( <i>Elodea canadensis</i> )	15	Гигрофит
Семейство Рясковых ( <i>Lemnoideae</i> )	14	Гигрофит
Рдест плавающий ( <i>Potamogeton natans</i> )	13	Гигрофит
Роголистник погруженный ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	11	Гигрофит
Пузырчатка обыкновенная ( <i>Utricularia vulgaris</i> )	9	Гигрофит

Если принять все найденные макрофиты за 100 %, то можно увидеть следующее соотношение видов, составляющих разные экологические группы (рисунок 1.2): большую часть составляют гигрофиты, треть гидатофиты (при том, что рясковые имеют три подвида); гелофиты обычно занимают подчиненное положение.

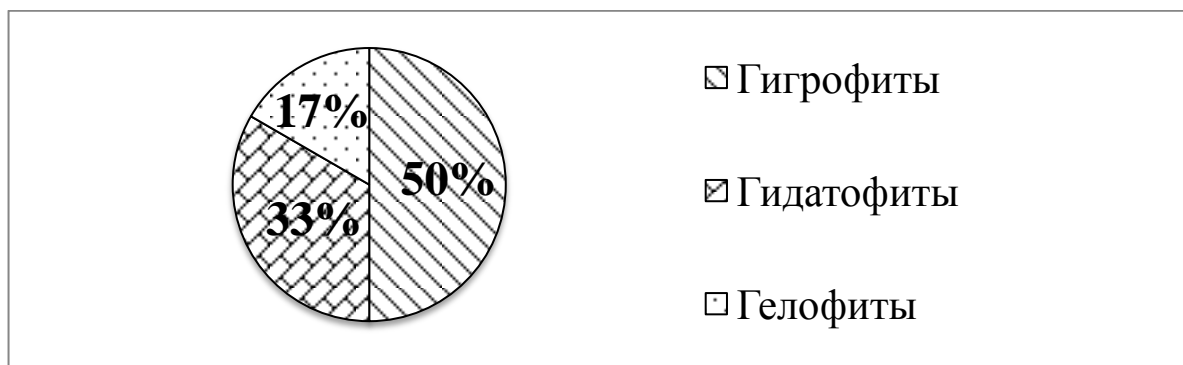


Рисунок 1.2 - Процентное соотношение видов, составляющих разные экологические группы

Исходя из полученных данных, можно выделить следующие зоны видового обилия макрофитов, отображенные в таблице 2 и на рисунке 1.3.

Из полученных данных видно, что озера Восточно-Уральского района выделяются многообразием макрофитов (в среднем, 13 видов на озере), благодаря развитой прибрежной зоне. Однако максимальное видовое



разнообразие выявлено на оз. Увильды (18 видов). Этому способствует большая площадь озера (68 км<sup>2</sup>), наличие множества заливов западного берега и равнинность восточных берегов, образующих песчано-каменистое, илистое дно. Фактически на этом озере выражены все перечисленные ранее особенности, встречающиеся на большинстве озерах Челябинской области. Относится данное озеро к Восточно-Предгорному району. Показательно, что в этом гидрологическом районе, в строгом соответствии с условиями произрастания, преобладают гидатофиты и гигрофиты, а в Восточно-Уральском – гелофиты [21].

Таблица 2 - Зоны видового обилия макрофитов озер Челябинской области

Зона видового разнообразия	Максимальная	Средняя	Малая
Количество видов	18	15-13	11-5
Происхождение котловины	Тектоническое	Эрозионно-тектоническое, степные блюдца	Речное, эрозионно-тектоническое
Озера	Увильды	Травяное, Б. Игиш, Кожаккуль, Сырыткуль, Таткуль, Шушарды, Аргази, Моховое, Еловое, Б. Касагалы, М. Игиш, Куяныш	Шаблиш, Барахтан, Б. Теренкуль, Аракуль, Алабуга, Серебры, Сугомак, М. Агардяш, Чебаркуль, Б. Агардяш, М. Барны

Флористический состав северной части восточного склона Южного Урала имеет значительное разнообразие. На всех озерах (в том числе не исследованных специально) встречается тростник обыкновенный и горец земноводный, которые можно считать космополитами. По результатам обследования на 2018 г. центром видового разнообразия ВВР на северном склоне Южного Урала можно считать оз. Увильды.

## Зоны видового обилия макрофитов озер Челябинской области

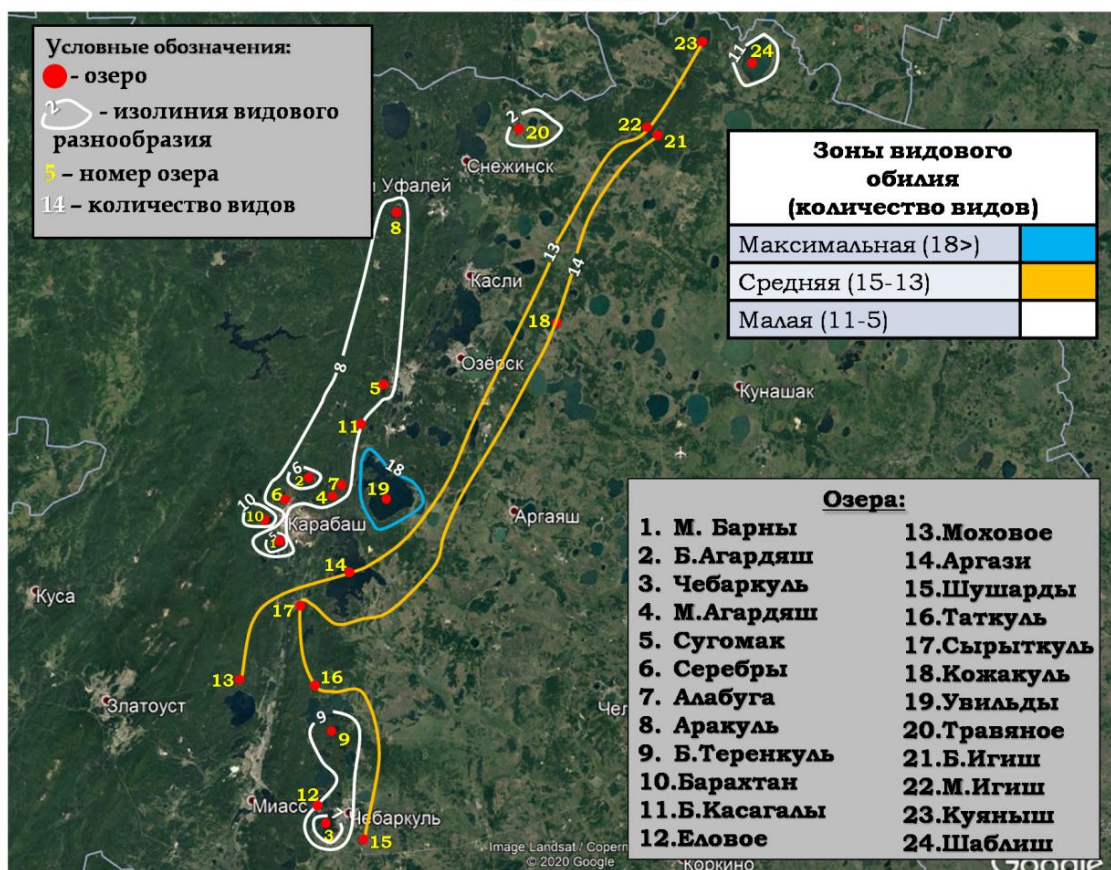


Рисунок 1.3 – Зоны видового обилия макрофитов некоторых озер Челябинской области

### 1.3 Социально-экономическая нагрузка на высшую водную растительность

Степень социально-экономической значимости высшей водной растительности зависит от состояния общества. В зависимости от стабильности экономики, социальных нужд и политических установок роль макрофитов в хозяйстве меняется.

В случаях критической обстановки, а именно засух высшая водная растительность может выступить резервом в хозяйстве нашей области. Например, на территории современной Челябинской области в XX – XXI вв. засуха наблюдалась в следующих годах, например в 1900, 1914, 1935, 1955,

1967, 1975, 1995 и 2010 г., периодичность за эти года в среднем 15-16 лет.

Типичные негативные последствия засухи это:

1. Гибель нескольких сотен гектаров посевов;
2. Низкое весеннее половодье и резкое уменьшение водности в последующие месяцы (многие водотоки Челябинской области к июлю — августу практически пересыхают);
3. С полей собирается в 10 раз меньше зерновых и овощных культур;
4. Из-за очень низкого весеннего половодья практически не пополнялось Аргазинское водохранилище;
5. Сокращение поголовья скота из-за отсутствия корма [26].

При гибели основного урожая дополнительным источником пищи для домашних травоядных животных выступали макрофиты. В периоды засух в Челябинской области они активно скашивались. По косвенным данным, они использовались во всех районах, где была такая возможность [44].

ВВР также может использоваться для производства различных продуктов в химической промышленности, в частности, из канадской элодеи и ряски малой производят жидкие удобрения или водорослевую муку. Добавление их происходит непосредственно в почву после механической и химической обработки [39].

Еще одной сферой для применения можно считать частное строительство временных сооружений (сарай, летние временки и т.д.). Основным видом выступает тростник обыкновенный, который может стать даже кровлей для дома. Благодаря особой системе укладки тростника на кровлю, даже сильные порывы ураганного ветра не способны испортить тростниковое покрытие. Тростник обыкновенный может применяться при строительстве и отделке загородных домов в качестве создания декора (циновки и тростниковые маты, декоративные сетки и полотна из тростника).

Высшая водная растительность богата полезными веществами, именно поэтому находит своё применение в здравоохранении. Существует ряд

препаратов, в которых высшая водная растительность выступает главным компонентом:

1. Горец перечный применяют как кровоостанавливающие средства. Жидкий экстракт используют как средство, повышающее свертываемость крови и уменьшающее проницаемость сосудов;
2. Иву остролистную употребляют при заболеваниях суставов, неврозах, головных болях, заболеваниях печени и селезенки, как противотоксическое средство при воспалениях и инфекциях мочеполовой системы;
3. Тростник обыкновенный обладает жаропонижающим, мочегонным, потогонным, противовоспалительным свойствами;
4. Белокрыльник болотный используется в народной медицине против бешенства;
5. Частуху подорожниковую применяют против укусов ядовитых змей [9].

Одной из ключевых сфер по использованию макрофитов является экологическая. В настоящее время предложен биогидроботанический способ очистки вод, что достигается через протекание вод через сообщество полупогруженных, плавающих и погруженных в воду растений. В основе биогидроботанического способа очистки лежат биохимические процессы окисления, фильтрования, поглощения, накопления органических и неорганических веществ, минерализации. Имеющаяся на поверхности растений слизь, а также снижение скорости течения жидкости в зонах зарастания способствует осаждению взвешенных веществ органического и минерального происхождения, что повышает прозрачность воды [8].

Примером биогидроботанического способа очистки вод может послужить планируемая очистка р. Сак-Елга (г. Карабаш) для предотвращения попадания вредных веществ в Аргазинское водохранилище за счет создания гидроботанической площадки в устье этой реки с такими ВВР, как камыш озерный и рогоз широколистный [5].

При очистке сточных вод чаще всего используют такие виды высших водных растений, как камыш озерный, тростник обыкновенный, рогоз узколистный и широколистный, рдест блестящий и курчавый, элодея канадская, сусак зонтичный, стрелолист обычный, гречиха земноводная, уруть мутовчатая и.т.д.

Исходя из вышеперечисленного, из наиболее часто встречаемых макрофитов можно выделить ряд, который необходим для подъема хозяйства в кризисный момент: тростник обыкновенный, горец земноводный, камыш озерный, рогоз широколистный, рдест блестящий, элодея канадская, семейство рясковых.

#### 1.4 Выводы по главе 1

Обобщая полученные данные необходимо сделать следующие выводы:

1. Из 15 изученных классификаций большинство сходны по морфофункциональным параметрам особенностей видов. Другие основания (например, привязка к экотопу) не дают однозначного соотнесения многих видов ВВР с количеством водных масс – главным фактором существования макрофитов.

2. Наличие 15 классификаций 23 авторов показало, что каждая классификация носит краеведческий характер, поэтому возникла необходимость создать собственную классификацию, в основу которой легли работы В.Г. Папченкова с некоторыми подразделениями из классификации В. М. Катанской.

3. Основополагающим критерием при создании собственной классификации для изучения макрофитов озер Челябинской области являются географические факторы: строение котловины, приуроченность к определенной природной зоны, озерный водообмен, степень антропогенного вмешательства.

4. Степень изученности флористического состава недостаточна, имеющиеся данные во многом устарели и требуют дополнительных исследований.

5. Условия произрастания на озерах Челябинской области разнообразны, но только тростник является безусловным космополитом.

6. Для разнообразия высшей водной растительности на озерах основополагающими факторами являются условия существования.

7. Восточно-Уральский гидрологический район имеет разнообразный флористический состав (в среднем 13 видов на озере), где преобладают гелофиты. Максимальное число видов наблюдается на оз. Увильды – 18 видов, которое принадлежит к Восточно-Предгорному району, где преобладают в основном гидатофиты и гигрофиты.

8. Неравномерность видового разнообразия макрофитов необходимо выявить дополнительным, более подробным изучением условий произрастания.

9. Макрофиты являются кормовым резервом для сельского хозяйства Челябинской области, который в будущем может быть активно использован в животноводстве при сложных социально-экономических обстоятельствах, вызванных, например, периодически повторяющимися засухами.

10. На рынке спроса товаров из высшей водной растительности имеется небольшая потребность из-за специфики его происхождения и устарения технологий по изготовлению продукции, а также появления более новых и усовершенствованных товаров из современных материалов. Однако, интерес к натуральному сырью порождает спрос на лекарства из ВВР.

11. В тех районах страны, где происходит интенсивное загрязнение водоёмов вследствие антропогенного воздействия, макрофиты могут, при дополнительных высадках, служить естественными фильтрами по очистке воды.

## ГЛАВА 2. ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫСШУЮ ВОДНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА

### 2.1 Экологические последствия работы горнодобывающих и перерабатывающих заводов для озерных экосистем Южного Урала

Как и в предыдущие два века, в XXI в. металлургическая отрасль играет определяющую роль в формировании экономического потенциала Южного Урала. Металлургический комплекс, заложенный еще в XVIII в. [11], считается старопромышленным. К одному из ведущих промышленных регионов Российской Федерации можно отнести Челябинскую область, которая со времен Великой Отечественной войны не утратила статуса «опорного края державы».

Вследствие этого здесь наблюдается угнетенная экологическая обстановка, влияющая на все составляющие природного комплекса, в том числе и ВВР. Одним из проблемных городов можно назвать г. Карабаш, где находится крупнейшее предприятие цветной металлургии АО «Карабашмедь», входящее в состав Русской медной компании (РМК).

Карабашский медеплавильный завод основан в 1910 году, на базе имеющихся Карабашских месторождений медно-колчеданных руд. АО «Карабашмедь» первым среди предприятий цветной металлургии внедрило установки испарительного охлаждения на металлургических агрегатах, освоило переработку отходов свинцово-цинкового производства – клинкеров, первым среди уральских фабрик перешло на бесцианидный способ флотации [28]. Позднее в 2005 г. создается производство серной кислоты на основе серы из отходящих металлургических газов.

Данное предприятие нанесло значительный урон окружающей среде. На окраинах города наблюдаются отвалы горных пород и отработанных руд с подотвальными и шахтными водами, которые в дальнейшем попадают в

местные водоемы и близлежащие территории, влияя на их экосистему. Последствия работы АО «Карабашмедь» приводят к техногенной миграции ряда элементов, которые в окружающей среде приобретают высокую токсичность [47].

Основным источником угнетения окружающей среды г. Карабаш являются аэральные выбросы, образующиеся при производстве черновой меди. Основными (типоморфными) металлами, выбрасываемыми в атмосферу, являются Cu, Zn и Pb [14]. Также под их негативным влиянием находятся озера, расположенные рядом с медеплавильным заводом, условно названные нами «озера Карабашской группы».

Выбранные для исследования озера Карабашской группы (таблица 1, рисунок 2.1) большей частью располагаются в Карабашской (Соймоновской) долине, где преобладают юго-западные ветры, распространяющие аэральные выбросы завода. Озера аккумулируют тяжелые металлы за счет поступления пыли и осадков, появляющихся из атмосферного переноса. Аэральный тип техногенеза является преобладающим в загрязнении этих водных систем [47].

Таблица 3 – Географические особенности озёр Карабашской группы

Водный объект	Координаты центра (WGS-84)	Удаление от труб, км	Направление от труб
Пруд Карабашский	55°28'27.60"C; 60°12'20.01"B	0,3	NNW
Серебры	55°30'46.75"C; 60°11'33.46"B	4,5	NNW
Мал. Барны	55°26'4.42"C; 60°10'11.81"B	4,5	SSW
Барахтан	55°28'36.22"C; 60° 8'13.19"B	4,5	W
Бол. Агардяш	55°32'48.08"C; 60°15'50.89"B	8,5	N
Алабуга	55°32'5.84"C; 60°21'39.27"B	11	NNE
Увильды	55°30'56.85"C; 60°30'25.37"B	15	NNE
Бол.Касагалы	55°37'53.86"C; 60°26'57.63"B	22,5	NE



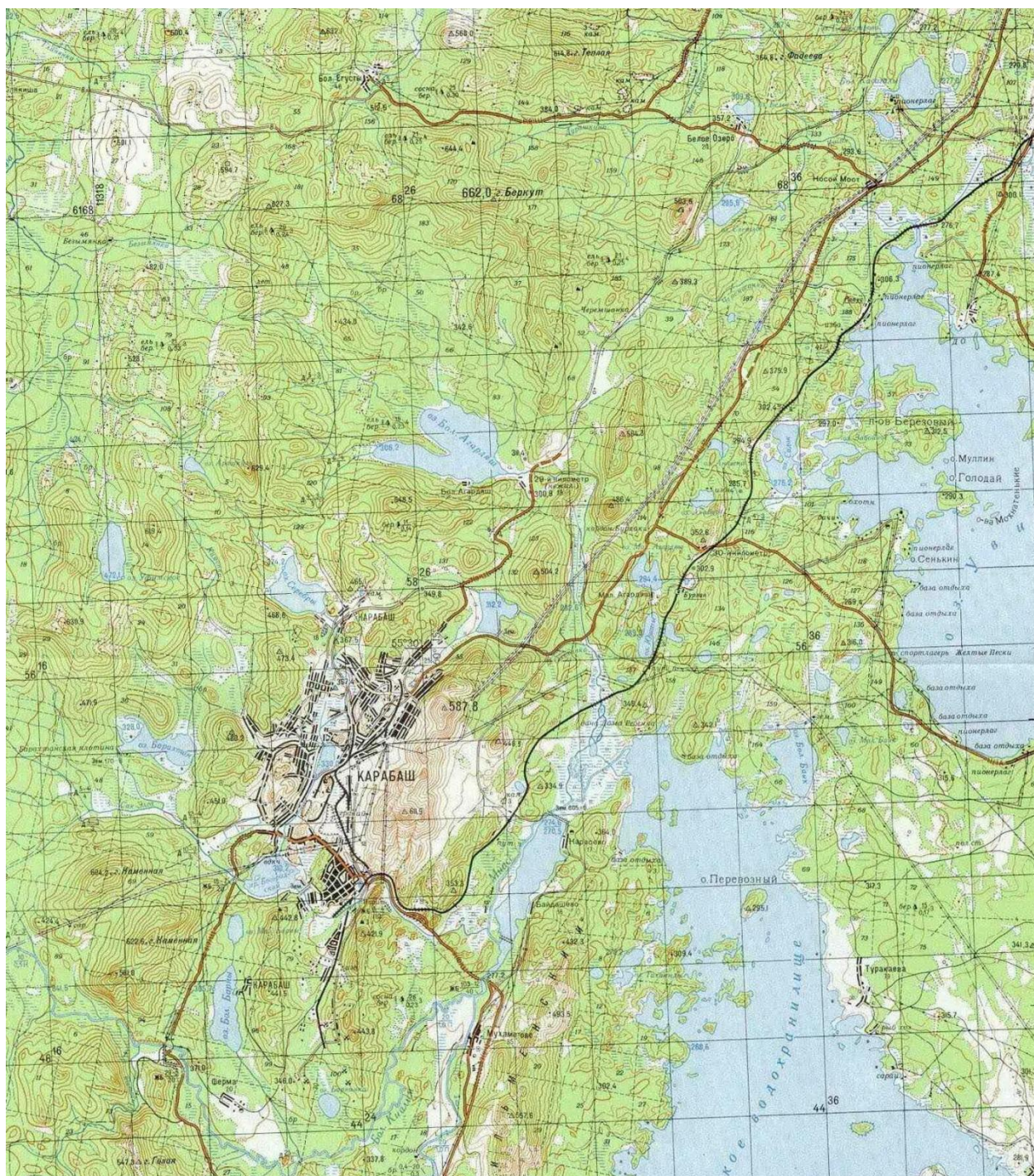


Рисунок 2.1 – Фрагмент карты окрестностей г.Карабаш

Исучаемые озёра по комплексному лимнологическому районуированию относятся к Восточно-Предгорному району, расположенному в пределах горно-лесной зоны восточного склона Южного Урала [1]. Все озера (в том числе и озеро, называемое «Карабашский пруд») тектонического строения, что отражается на строении котловины (резкие глубины дна), наличии большого числа островов и полуостровов,

изрезанности береговой линии. Большинство из них зарегулированы плотинами и лишь три (Алабуга, Бол.Касагалы и Мал. Барны) имеют естественный гидрологический режим [13].

На данной территории своеобразные климатические условия, поскольку усложнены микроклиматическими из-за мелкогорного рельефа. Отслеживание метеорологических показателей невозможно, так как собственной метеослужбы г. Карабаш не имеет и анализ осуществляется по данным метеостанции «Аргаяш», что не правомерно [16].

Орография местности и близлежащих территорий г. Карабаш способствуют увеличению контрастности климата, возникающей в результате прогрева долины летом и радиационного выхолаживания зимой. Лишь западные ветры восстанавливают зональные климатические особенности. Сложный рельеф содействует созданию турбулентных разнонаправленных вихрей, изменяющих скорость и направление ветра [13].

## 2.2 Ранжирование техногенного загрязнения территории по индексу загрязнения исследуемой территории

Количественное значение тяжелых металлов, выпадаемых из атмосферных выбросов, также зависит от рельефа, который как препятствует, так и способствует их распространению:

1. Озёра Серебры, Барахтан, Мал. Барны и Увильды находятся в субмеридиональных понижениях (обусловленных тектоническими разломами), способствующие полному проникновению выбросов при соответствующем направлении ветра;

2. Озёра Бол. Агардяш и Алабуга располагаются за субширотными хребтами и заслонены от ветров, что уменьшает количество выпадающих тяжёлых металлов.

Были выделены зоны техногенного загрязнения г.Карабаша и окрестных территорий на основе данных по количеству тяжелых металлов в

донных отложениях (рисунок 2.2) и корневищах тростника(рисунок 2.3) (приложение 1). Полученные зоны помогут при выборе территорий первостепенного очага для рекультивации и создания дальнейшего плана по восстановлению территории.

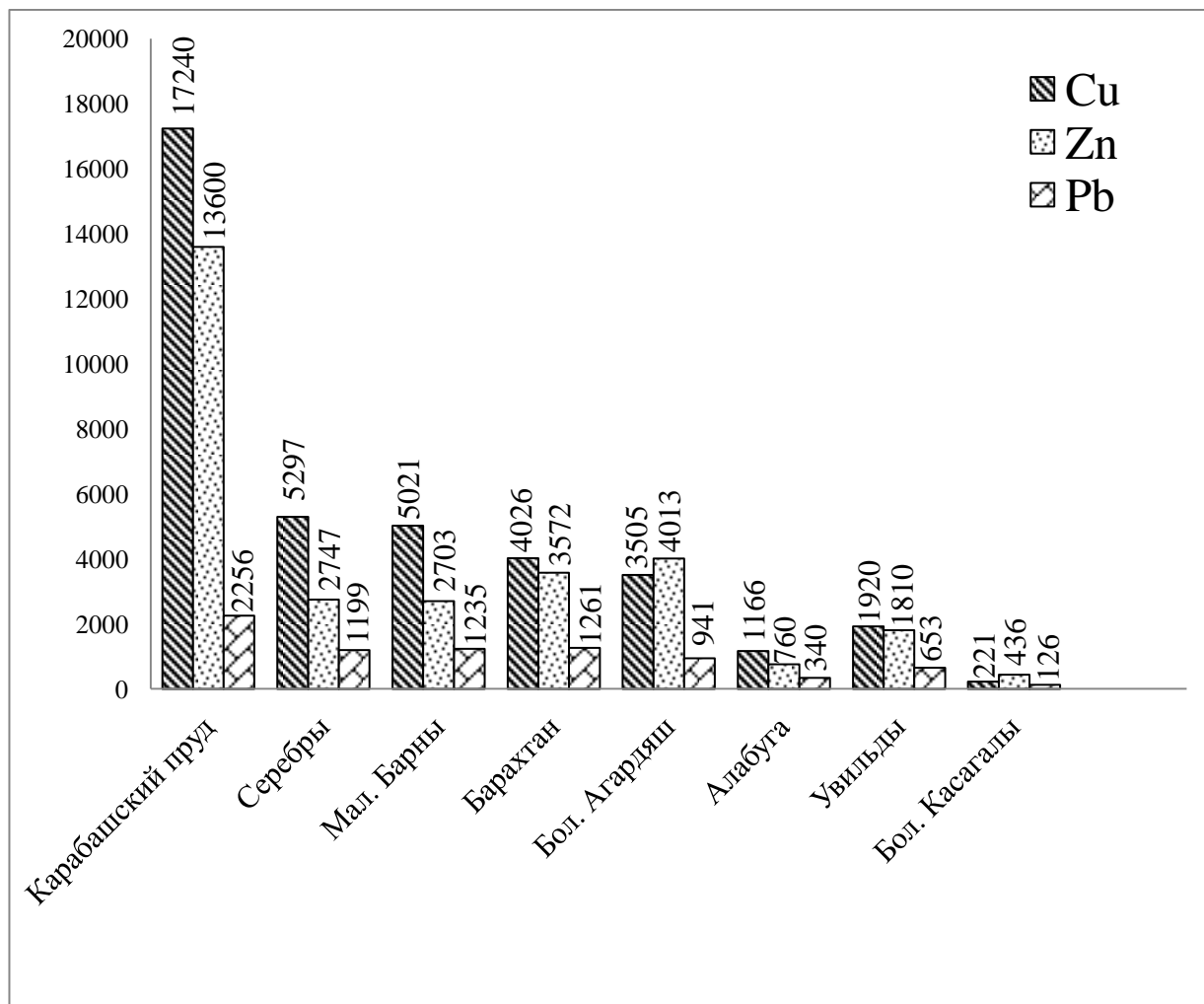


Рисунок 2.2 – Концентрация тяжелых металлов в некоторых озерах Карабашской группы в донных отложениях (мг/кг)(аналитик В.Н. Удачин)

Для создания данной работы была проанализирована соответствующая литература, проведен сбор донных отложений и корневища самого распространенного макрофита – тростника обыкновенного *Phragmites australis L.* на озерах Карабашской группы и сделана пробоподготовка. При помощи Лаборатории геохимии техногенеза Института минералогии УрО РАН (г. Миасс) сотрудниками под руководством В. Н. Удачина были определены концентрации тяжёлых

металлов типоморфных для этого предприятия (Cu, Zn и Pb) на атомно-абсорбционном спектрофотометре «PerkinElmer 3110» (определялись Cu, Zn) и Analyst 300 (определялся Pb).

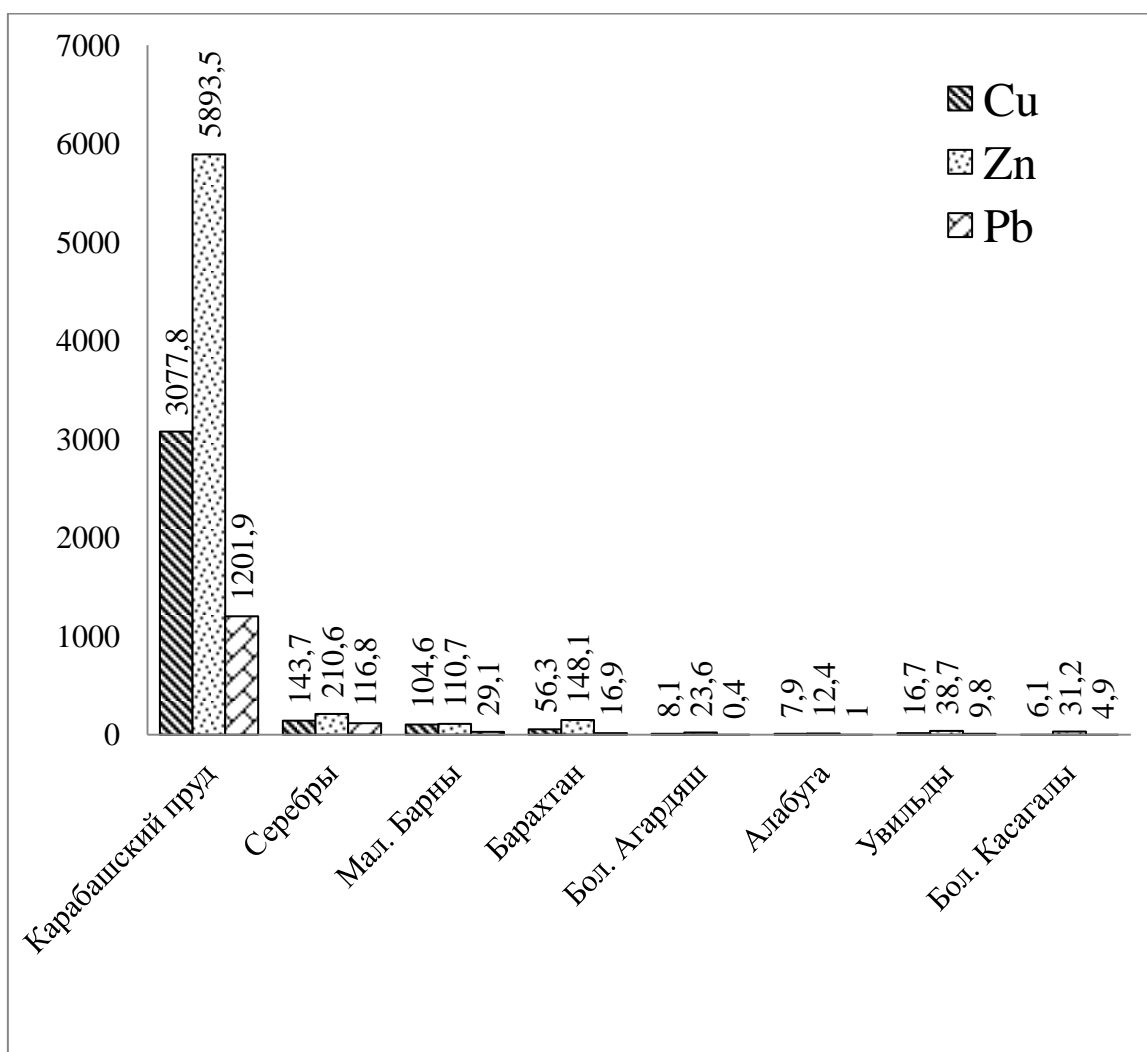


Рисунок 2.3 – Концентрация тяжелых металлов в некоторых озерах Карабашской группы в корневище тростника (мг/кг) (аналитик В.Н. Удачин)

Для оценки и ранжирования экологического состояния территории была использована формула (1) индекса загрязнения (ИЗ) по М.В. Масленниковой (1993).

$$\text{ИЗ} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (1)$$

где  $C_i$  – концентрация одного из трех ингредиентов (Cu, Zn, Pb),

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

Индекс загрязнения рассчитывался, как отношение среднего арифметического из суммы концентрации 3 элементов (Cu, Zn, Pb) в корневище тростника и донных отложениях к предельнодопустимым концентрациям элементов (таблица 2).

Таблица 4 –Индекс загрязнения типоморфными тяжелыми металлами некоторых озер Карабашской группы

№	Водный объект	Индекс загрязнения	
		Донные отложения	Корень тростника
1	Карабашский пруд	31 036,67	36 083,11
2	Серебры	14 679,31	2 225,25
3	Мал. Барны	15 041,64	1 799,14
4	Барахтан	15 537,30	1 343,56
5	Бол. Агардяш	12 085,31	738,08
6	Алабуга	4 128,28	264,14
7	Увильды	8 018,89	554,06
8	Бол. Касагалы	1 563,75	146,11

Полученные данные (таблица 2) позволяют разделить анализируемые озёра на следующие категории с «шагом» индекса около 4 000 (рисунок 2.4):

1. Оз. Бол. Касагалы – наименее загрязнённое;
2. Оз. Алабуга – низкий уровень загрязнения;
3. Оз. Увильды – средний уровень;
4. Оз. Бол. Агардяш – высокий;
5. Озера Серебры, Мал. Барны, Барахтан в зоне импактного (ударного) воздействия аэральных выбросов – исключительно высокий уровень загрязнения;

Карабашский пруд выделяется уровнем загрязнения, более чем в два раза превышающим исключительно высокий, в связи с воздействием не только аэральных выбросов, но и сброса сточных вод с пиритными «хвостами» Его уровень можно классифицировать как импактный.

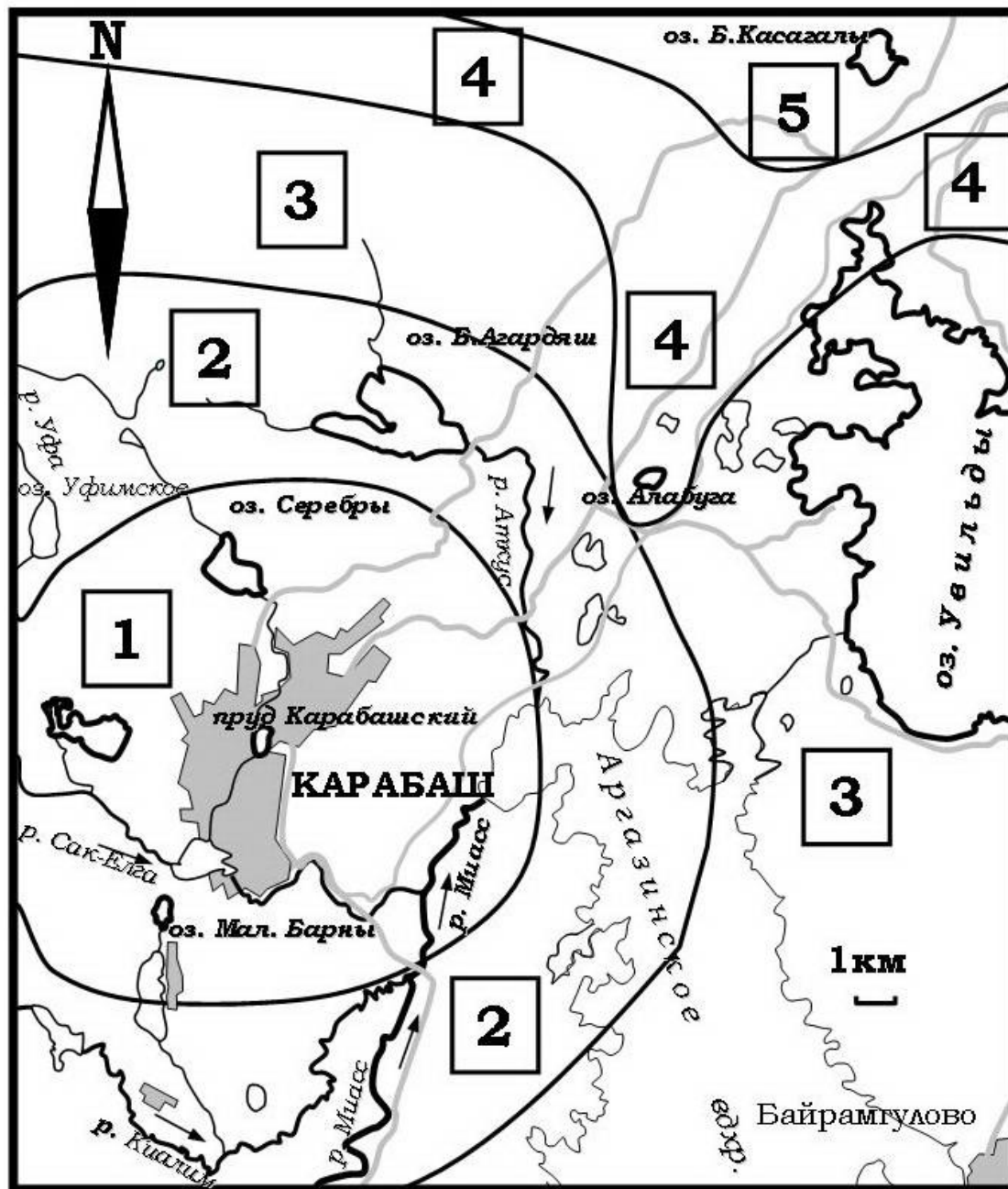


Рисунок 2.4 - Ранжирование техногенного загрязнения территории по индексу загрязнения донных отложений озёр окрестностей г. Карабаш тяжёлыми металлами

Обозначения:

1 – ранг исключительно высокого загрязнения; 2 – ранг высокого уровня загрязнения; 3 – ранг среднего уровня; 4 – ранг низкого уровня; 5 – ранг почти фонового загрязнения

Сопутствующим показателем при определении техногенного загрязнения является коэффициент накопления ( $k_n$ ). Его расчет осуществляется на основе формулы (2).

$$k_n = \frac{k_{до}}{k_{кт}}, \quad (2)$$

где  $k_{до}$  – концентрация типоморфного металла в донных отложениях озера,  $k_{кт}$  – концентрация типоморфного металла в корне тростника из этого озера

По данным из таблицы 1 были рассчитаны коэффициенты накопления (таблица 3). Полученные значения обратно пропорциональны индексу загрязнения. Тогда как наименьший коэффициент накопления (до 10) у корневища тростника из Карабашского пруда, а индекс загрязнения имеет импактный уровень. Средние показатели коэффициента (от 10 до 100) у озёр Серебры, Барахтан, Мал. Барны с исключительно высоким показателем, а также у озера с самым низким уровнем загрязнения – Б. Касагалы. Наибольший коэффициент накопления у корневищ тростника из оз. Бол. Агардяш – озера с высоким уровнем загрязнения донных отложений.

Таблица 5 - Коэффициент накопления типоморфных металлов в корневище тростника некоторых озёр Карабашской группы

Водный объект	Коэффициент накопления		
	Cu	Zn	Pb
1	2	3	4
Пруд Карабашский	5,60	2,31	1,88
Серебры	36,86	13,04	10,27
Мал. Барны	48,00	24,42	42,44
Барахтан	71,51	24,12	74,62
Бол. Агардяш	432,72	170,04	2352,50
Алабуга	147,59	61,29	340,00
Увильды	114,97	46,77	66,63
Бол. Касагалы	36,23	13,97	25,71

Из полученных данных следует, что озеру с самым большим индексом загрязнения соответствует самый низкий коэффициент накопления и наоборот. Данное несоответствие объясняется физиологической особенностью, которая выражается как функция адаптации макрофитов к изменяющимся условиям окружающей среды, характерная для многих гидробионтов. Выявлена следующая реакция: если поллютантов (тяжёлых металлов) много, корневища тростника «работают» деконцентраторами и коэффициент накопления маленький. Если поллютантов мало, корневища – концентраторы, коэффициент накопления большой [4]. Поэтому данные таблицы 3 подтверждают ранжирование территории по уровням загрязнения.

### 2.3 Выводы по главе 2

1) В анализируемой научной литературе зонирование территории г. Карабаш и сопредельных территорий проводилось на основе визуальной оценки состояния растительности. Опыт по техногенному ранжированию данной территории по загрязнённости тяжёлыми металлами донных отложений озёр и корневищ тростника получен впервые.

2) Исследование проводилось на ограниченной территории (северо-восточная часть окрестностей г. Карабаш Челябинской области), но это позволило сделать вывод, что зоны техногенного загрязнения нельзя выделять в виде истинно концентрических окружностей в связи с влиянием рельефа и климатических особенностей.

3) Было получено пять градаций в соответствии с рангом загрязнения: от почти фонового, низкого, среднего, высокого и до исключительно высокого с «шагом» индекса загрязнения примерно в 4000. В ранге «исключительно высокое загрязнение» выделяется Карабашский пруд с импактным уровнем, обусловленным близким расположением к АО «Карабашмедь», а также совокупности географических факторов и комплексным воздействием всех видов загрязнения.



4) Сравнение коэффициента накопления тяжёлых металлов в корневище тростника относительно донных отложений показал адаптивную реакцию макрофитов на загрязнение окружающей среды, то есть возможность концентрировать тяжелые металлы при низком уровне загрязнения, и деконцентрировать при высоком.

5) При анализе техногенного загрязнения на основе донных отложений и корневищ тростника было выяснено, что на уровень аэрального техногенного загрязнения влияют четыре фактора:

5.1 Степень удалённости водоёма от источника эмиссии;

5.2 Направление водоёма от источника эмиссии, исходя из господствующих ветров;

5.3 Частоту ветра, обеспечивающего прохождение шлейфа над водоёмом;

5.4 Рельеф по вектору движения аэральных выбросов.

6) Поскольку коэффициент накопления в корневище тростника из озёр Бол. Агардяш, Алабуга и Увильды говорит о значимой физиологической роли тяжёлых металлов в жизнедеятельности гидробионтов, необходимо пересмотреть использование этих озёр населением в рекреационных целях. Должны быть введены определенные ограничения.

7) Предварительная оценка техногенного загрязнения территории дает возможность уточнить дальность распространения аэральных выбросов в северо-восточном, наиболее загрязнённом из-за преобладающих юго-западных ветров, направлении.

### **ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТКЛИКА МАКРОФИТОВ НА ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В КУРСЕ ГЕОГРАФИИ**

#### **3.1. Методическая разработка игры «Экспедиция алхимика»**

Одним из актуальных правил советской педагогики на сегодняшний день остается позитивное обучение, родоначальником которого считается Н.К. Крупская [33]. Взяв его за основу, можно добиться успеха в образовательном процессе, дав обучающимся положительные впечатления от каждого урока, а также привить любовь к природе родного края. При этом необходимо учитывать неблагоприятное состояние экологии Челябинской области, вызванное развитием промышленности в регионе и присвоением ему положения «опорного края державы», полученного им еще во времена правления Петра I и укрепившегося вследствие Великой Отечественной Войны.

Знание экологических проблем для обучающихся носит важнейший характер, ведь обучаясь только на положительном опыте, обучающиеся теряют реальную картину окружающей их действительности, что ведет к искажению их мировоззрения. Поэтому важно вносить в образовательный процесс примеры, отражающие настоящую действительность.

Как известно, педагог вправе регулировать методическую часть своего урока, но не стоит забывать, что некоторые методы не развивают познавательный интерес. Вследствие чего появляется проблема в применении позитивного способа обучения с материалом, который бы отражал негативную экологическую обстановку Челябинской области.

Цель реализации результатов исследования на уроках в курсах географии заключается в ознакомление школьников с экологической обстановкой наиболее проблемного района Челябинской области в игровой форме.

Игры «Экспедиция алхимика» может послужить методическим материалом для создания урока в игровом формате в рамках географии, краеведения или как дополнение к внеклассной деятельности. Игра даёт возможность наглядно увидеть экологические проблемы родного края и самостоятельно поработать с картографическим материалом, вычлняя из него необходимую, наиболее полезную информацию на примере Челябинской области.

Накопленный научный материал по тяжелым металлам в макрофитах ЛЭЦ ЮУрГГПУ сложен в восприятии для обучающихся, вследствие чего возникают трудности в его преподнесении. Именно поэтому был выбран игровой формат, который наиболее удобен, легок и благоприятен для восприятия обучающихся. Была сконструирована игра «Экспедиция Алхимика», в основу которой легло ранжирование техногенного загрязнения территории под воздействием медеплавильного производства г. Карабаша по индексу загрязнения донных отложений озер и корневищ тростника [13]. Полученное ранжирование территории было выявлено в результате исследовательской работы в ЛЭЦ и изучения макрофитов Карабашской группы озер.

Игра состоит из следующих элементов:

1. Игровое поле в виде карты г. Карабаш и Карабашской группы озер (рисунок 3.1): поле рассчитано на двух участников;
2. Карточки с обозначением содержания тяжелых металлов в корневище тростника одного из озер (рисунок 3.2, таблица 1): на пару игроков выдается 26 карточек;
3. Ведомости по количеству собранных тяжелых металлов на озерах (таблица 2): ведомость положена каждому игроку;
4. Игральные кубики для передвижения по полю: один на пару игроков;
5. Фишки игральные: 2 фишки на пару участников.

# Игра «Экспедиция Алхимика»



Рисунок 3.1 – Игровое поле игры «Экспедиция Алхимика»

<b>Аргазы</b> Концентрация Cu: 13,4	<b>Барактан</b> Концентрация Cu: 56,3	<b>Мал. Агардяш</b> Концентрация Cu: 9,0
<b>Аргазы</b> Концентрация Zn: 15,1	<b>Барактан</b> Концентрация Zn: 148,1	<b>Мал. Агардяш</b> Концентрация Zn: 25,3

Рисунок 3.2 – Примеры игровых карточек

Таблица 6 – Концентрация тяжелых металлов в корне тростника для игровых карточек

№	Водные объекты	Тяжелый металл, мг/кг	
		Cu	Zn
1	Карабашский пруд	3000	2726
2	Серебры	150	210
3	Мал. Барны	105	110
4	Барахтан	60	150
5	Копейка	55	100
6	Уфимское	11	20
7	Бол. Агардяш	15	25
8	Мал. Агардяш	10	23
9	Сардаткуль	7	21
10	Аргази	9	19
11	Увильды	8	17
12	Алабуга	6	12
13	Бол. Касагалы	5	8

Таблица 7–Ведомость собранных металлов

№	Ф.И.О. алхимика _____	
	Собираемый металл _____	
	Озеро	Концентрация
1		
...		
13		

## Правила игры:

Цель игры – выстроить такой маршрут экспедиции, который позволит набрать наибольшую сумму концентрации определенного тяжелого металла в тростнике озер окрестностей г. Карабаш.

1. Начальной точкой для игры, откуда осуществляется выход, является ячейка «пруд Карабашский» – старт.
2. На старте расположены две стрелки с наименованием тяжелого металла, указывающих направление маршрута. Каждый игрок должен получить определенный тяжелый металл, чтобы в дальнейшем собирать его с озер: маршрут Cu получает игрок, у которого на кубике выпало большее значение, с меньшим значением очков – Zn. Первым осуществляет ход игрок с Cu, так как у него выпало наибольшее количество очков.
3. Движение фишки осуществляется в соответствие с количеством выпавших очков на кубике до достижения озера. В случае, если при достижении озера очки неизрасходованы, они сгорают.
4. Попадая на развилку, игрок имеет право выбрать любую дорогу, которая будет наиболее выгодна ему, опираясь на цветовую гамму поля, соответствующую уровню концентрации (на поле указана шкала).
5. Движение по игровому маршруту осуществляется в одном направлении, возвращаться и вставать на одно и то же озеро запрещено.
6. Достигнув озера, участник должен найти карточку с названием озера и концентрацией его металла в «Базе данных» из общего набора карточек. Найденную концентрацию записать в ведомость.
7. Пока один игрок осуществляет движение по игровому полю, второй ищет необходимую карточку.
8. Окончание маршрута происходит после прохождения всего маршрута на ячейке «пруд Карабашский» – финиш.

Данная игра была апробирована на педагогической практике, а также в рамках проекта «Путешествие в страну естественных наук» областного

конкурса молодежных проектов обучающихся профессиональных образовательных организаций и образовательных организаций высшего образования «Студенческая инициатива» в школах г. Челябинска. В подтверждение в приложение 2 можно увидеть отзыв педагога.

В качестве подарка лучшим игрокам преподносились памятные магниты (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Изображение памятного магнита для лучших игроков игры «Экспедиция Алхимика»

Неоднократное проведение игры позволило увидеть нам следующие результаты:

1. Научный материал, преподнесённый в игровой форме на доступном языке, создал неформальную обстановку, за счет чего восприятие материала было намного легче.

2. В игру были вовлечены все обучающиеся, тем самым увеличивая продуктивность деятельности педагога и создавая атмосферу успеха участников.

3. Игра даёт возможность увидеть мало известные географические особенности территории (большое количество озёр, например) и

анализировать распространение тяжелых металлов, выбрасываемых с дымом медеплавильного завода г. Карабаш, по территории.

4. Отмечено, что некоторые обучающиеся так и не смогли осознать данную проблему, что может измениться при повторном применении игры.

5. Несомненно, игра помогает осознанию экологических проблем Челябинской области.

### 3.2. Технологическая карта урока

Предмет: география, краеведение.

Тема внеклассного урока: игра «Экспедиция Алхимика».

Класс: 9.

Тип урока: урок общеметодологической направленности.

Вид урока: урок-игра.

Блок целеполагания:			
Цель урока:	Систематизировать знания географии Челябинской области и ее экологических проблем путем игровой формы.		
Задачи урока:	<p><i>Образовательные:</i> продолжить формировать знания о многообразии озерной системы Челябинской области; показать пространственное распространение тяжелых металлов по акватории озер; продолжить формировать знания об экологических проблемах г. Карабаша и Челябинской области.</p>	<p><i>Развивающие:</i> продолжить развивать интерес к родному краю и умение терпеливости.</p>	<p><i>Воспитательные:</i> продолжить воспитание умения работать в команде, прислушиваться к чужому мнению и уважать его.</p>
Планируемые результаты:	<p><i>Личностные результаты освоения курса:</i> 1. Устанавливать связь между целью</p>	<p><i>Метапредметным результатом освоения курса является формирование универсальных учебных действий (УУД):</i> Регулятивные УУД:</p>	



	<p>учебной деятельности, ее мотивом и результатом;</p> <p>2. Определять общие для всех правила поведения;</p> <p>3. Определять правила работы в группах.</p> <p><i>Предметные результаты обучения:</i></p> <p>1. Понимание экологической обстановки;</p> <p>2. Уметь выявлять влияние географических факторов на загрязнение территории с использованием игры.</p>	<p>1. Прогнозировать, контролировать и осуществлять коррекцию своих действий;</p> <p>2. Оценивать правильность выполнения действия;</p> <p>3. Оценивать предложенные варианты, выбирать наиболее точный.</p> <p>Познавательные УУД:</p> <p>1. Находить и выделять необходимую информацию;</p> <p>2. Выбирать наиболее эффективные способы решения задач в зависимости от конкретных условий;</p> <p>3. Способствовать развитию и углублению потребностей и мотивов учебно-познавательной деятельности.</p> <p>Коммуникативные УУД:</p> <p>1. Взаимодействовать с соседом по парте, учитывать позицию собеседника, осуществлять сотрудничество и кооперацию с учителем и одноклассником;</p> <p>2. Слушать, вести диалог в соответствии целями и задачами общения;</p> <p>3. Уметь с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли.</p>
--	--	---

<b>2) Блок инструментальный:</b>			
Оборудование:	Дидактическое сопровождение:	Форма организационной работы:	Предварительная работа:
персональный компьютер, мультимедийный проектор, интерактивная доска.	игровое поле, карточки, бланки, фишки и кубик игральный.	групповая.	раздать материал по группам.

Технологическая карта урока:

№	Этап урока	Время (мин.)	Методы и приемы	Деятельность учителя	Деятельность ученика	Формируемые УУД
1.	Организационный	3	Беседа	Приветствие учеников, проверка распределения учащихся в группах	Настраиваются на предстоящую работу	<i>Регулятивные:</i> формирование умения организовать свою деятельность.
2.	Актуализация изученного материала	5	Беседа	- На презентации появляется тема мероприятия: «Экспедиция Алхимика». - Учитель задает вопросы: 1) Какова причина попадания ТМ в водную экосистему и дальнейшее концентрирование в макрофитах? 2) Какую роль выполняет водная растительность при загрязнение озер? 3) Какие основные предприятия металлургии вы можете назвать?	Отвечают на вопросы педагога	<i>Личностные:</i> применение географических знаний на уроке. <i>Коммуникативные:</i> учить критично, относиться к своему мнению; с достоинством признавать ошибочность своего мнения и корректировать его.
3.	Планирование мероприятия	5	Объяснение	Определяет регламент работы, объясняет правила	Планируют работу в группе, распределяют обязанности для оптимизации работы в группе	<i>Личностные:</i> ориентация в социальных ролях и межличностных отношениях. <i>Коммуникативные:</i> умение работать в группе и учитывать мнение других людей.
4.	Изучение нового материала	20	Игра	Цель игры: выстроить такой маршрут экспедиции, который позволит набрать наибольшую сумму концентрации определенного ТМ в тростнике озер окрестностей г. Карабаш	Практическая деятельность	<i>Коммуникативные:</i> умение точно выражать свои мысли; умение устанавливать рабочие отношения; эффективное сотрудничество, обеспечение бесконфликтной совместной работы.

						<p><i>Регулятивные:</i> работать по плану инструкции, осуществлять контроль.</p> <p><i>Познавательные:</i> структурирование знаний; выбор эффективных способов решения задач; анализ и работа с иллюстративным материалом.</p>
5.	Коррекция знаний, полученных во время урока	5	Беседа	<p>Задаёт вопросы на анализ карты:</p> <p>1) Глядя на игровое поле, скажите какие ТМ выбрасываются заводом?</p> <p>2) Какие факторы, влияющие на распространение тяжелых металлов, вы успели заметить?</p>	Отвечают на вопросы, анализируя карты	<p><i>Познавательные:</i> обработка и преобразование информации.</p> <p><i>Регулятивные:</i> умение высказывать свое предположение; умение анализировать; контроль в форме сличения его результата с эталоном.</p> <p><i>Коммуникативные:</i> умение работать в группе и учитывать мнение других людей.</p>
6.	Подведение итогов урока	3	Беседа	<p>Вы прошли нелегкое испытание и в ходе экспедиции узнали о распространение ТМ по озерам окрестностей г. Карабаш. Теперь вы понимаете, какие продукты выбрасывает медеплавильный завод и какой ущерб наносит на природу.</p>	Слушают педагога, подводят итог	<p><i>Познавательные:</i> обработка и преобразование информации.</p> <p><i>Регулятивные:</i> контроль в форме сличения его результата с эталоном; умение высказывать свое предположение на основе учебного материала; умение анализировать.</p>
7.	Рефлексия (подведение итогов знаний)	4	Беседа	<p>Учитель объявляет предварительные результаты игры, выявляет победителей, награждает лучших игроков. Раздает рефлексивные карточки (приложение 3).</p>	Группы проводят самоанализ, оценивают урок в рефлексивной карточке.	<p><i>Коммуникативные:</i> умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли.</p> <p><i>Познавательные:</i> рефлексия.</p> <p><i>Личностные:</i> смыслообразование, самооценка.</p>

## Ход урока (сценарный план):

### Слова ведущего (педагога):

- Добрый день, ребята! Сегодня я предлагаю вам отправиться в увлекательное путешествие по Челябинской области. Каждый из вас станет алхимиком, который будет изучать озера. Как вы думаете, что входит в круг ваших обязанностей?

*(предполагаемые ответы обучающихся: состав воды, особенности строения озерной котловины, водная растительность, прозрачность)*

- Вы были близки, вашей задачей будет изучение тяжелых металлов, содержащихся в корне тростника. Какова причина попадания металлов в водную экосистему и дальнейшее концентрирование в водной растительности?

*(предполагаемые ответы обучающихся: работа заводов, выхлопные газы автомобилей)*

- Правильно! Загрязнение озер в основном происходит путем выбросов от предприятий металлургии. Какую роль выполняет водная растительность при загрязнении озер?

*(предполагаемые ответы обучающихся: частичное поглощение тяжелых металлов, очищение водоемов)*

- Правильно! Какие основные предприятия металлургии вы можете назвать?

*(предполагаемые ответы обучающихся: черная: Челябинский металлургический комбинат, Магнитогорский металлургический комбинат, Златоустовский металлургический комбинат; цветная: Кыштымский медеелектролитный завод, Карабашмедь, Челябинский цинковый завод)*

- Верно! Сегодня мы с вами узнаем о влиянии завода Карабашмедь на окружающую среду г. Карабаша и прилегающих территорий. Для этого сыграем в игру «Экспедиция Алхимика». Посмотрите на игровое поле. Каждый игрок будет изучать свой тяжелый металл.

- Чтобы приступить необходимо разделиться на команды по 2 человека.

- Цель игры: выстроить такой маршрут экспедиции, который позволит набрать наибольшую сумму концентрации определенного ТМ в тростнике озер окрестностей г. Карабаша.

*Объяснение правил*

*Игра обучающихся*

- Игра окончена. Прошу подсчитать свои баллы и выделить лучших алхимиков.

- Глядя на игровое поле, скажите какие тяжелые металлы выбрасываются заводом?

*(предполагаемые ответы обучающихся: Си, Zn)*

- Верно, это самые распространенные металлы, но завод выбрасывает в атмосферу намного больше. Какие факторы, влияющие на распространение тяжелых металлов, вы успели заметить?

*(предполагаемые ответы обучающихся: рельеф, роза ветров, дальность от завода)*

- На распространение металлов основное влияние оказывает наличие горных хребтов, впадин, близость озера в зависимости от завода и направления ветра, распространяющего металлы.

- Вы прошли нелегкое испытание и в ходе экспедиции узнали о распространении тяжелых металлов по озерам окрестностей г. Карабаша. Теперь вы понимаете, какие продукты выбрасывает медеплавильный завод и какой ущерб наносит на природу.

- Спасибо, за игру!

### 3.3 Выводы по 3 главе:

Обобщая полученные данные, необходимо сделать следующие выводы:

1. Лимнологическо-Экологическим центром ЮУрГГПУ (ЧГПУ) наработана большая научная база данных, показывающая влияние медеплавильных заводов Среднего и Южного Урала на окружающую среду.
2. Полученный материал сложно представить школьникам из-за его объема и трудности восприятия, поэтому была создана игра «Экспедиция Алхимика».
3. Апробирование показало, что игра благоприятно влияет на результаты образовательного процесса для обучающихся и эффективность деятельности педагога.
4. Сконструированная нами игра позволила показать реальную экологическую обстановку, образовавшуюся в регионе благодаря работе горнодобывающих предприятий и медеплавильного завода.
5. Игровой метод по-прежнему можно считать универсальным позитивным способом педагогического воздействия, который позволил нам показать реальное экологическое состояние одного из районов Челябинской области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проделанной работы было выявлено следующее:

1. Прделав большой объем работ, было выяснено, что степень изученности темы недостаточна, имеющиеся данные по экологической роли макрофитов озер Челябинской области в ранжирование техногенного воздействия практически не представлены.

2. Экологическая роль высшей водной растительности заключается в ее возможном использовании в хозяйственной сфере экономики (корм для животноводства, удобрения, лекарственные травы, очищение водоёмов, декор в строительном деле), также в качестве биоиндикатора тяжелых металлов.

3. Макрофиты выступают накопителями тяжелых металлов при аэральном техногенном загрязнении. Это позволяет специальными методами определить степень техногенного вмешательства, и выявить наиболее загрязненные участки, подлежащие для первоочередной рекультивации.

4. Установлено, что сконструированная методическая разработка игры «Экспедиция Алхимика» является позитивным способом подачи материала для информирования обучающихся особенностям реальной экологической обстановки в окрестностях г. Карабаш Челябинской области.

5. Высшая водная растительность вступает биоиндикатором аэрального техногенного загрязнения. При этом макрофиты проявляют адаптивность к загрязнениям окружающей среды, что выражается в концентрации тяжелых металлов при низком уровне загрязнения, и деконцентрации при высоком.

6. Находясь в условиях сильного антропогенного воздействия, было выяснено, что макрофиты позволяют выявить степень техногенного воздействия и определить влияние тяжелых металлов на живые организмы на любом расстоянии от источника загрязнения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОНИКОВ

1. Андреева, М.А. Озера Среднего и Южного Урала // М.А. Андреева. – Челябинск: ЮУКИ, 1973. – 272 с.
2. Аржанов, С.П. Среди вод и болт: популяр.-биолог. очерки из жизни раст. для самост. и школьн. экскурс. // С.П. Аржанов. – М.: Гос. Изд-во, 1921. – 240 с.
3. Белавская, А.П. Высшая водная растительность: методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / А.П. Белвская. – М.: Наука, 1975. – 132 с.
4. Богатов, В.В. Аккумуляция тяжёлых металлов пресноводными гидробионтами в горнорудном районе юга Дальнего Востока России: Экология № 3/ В.В. Богатов, Л.В. Богатова. – Российская академия наук (Москва), 2009. - 202–208 с.
5. В Карабаше реализуется проект оздоровления реки Сак-Элга // Карабашский Рабочий ONLINE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kr74-online.ru/news/society/reku-sak-elgu-napravyat-v-drugoe-ruslo-3417> (дата обращения: 25.08.2019).
6. Варминг, Е Распределение растений // Е. Варминг. – СПб: Издание Брокгауз-Ефрон, 1902. – 474 с.
7. Вейсберг, Е.И. Проблемы использования макрофитов в мониторинге радиационного воздействия на экосистемы водоёмов: сборник материалов науч.-практич. конференции ВУРС- 45 / Е.И. Вейсберг. – Озерск: Редакционно-издательский центр ВРБ, 2002. – 282-287 с.
8. Водная растительность. Биоплато. Роль высших водных растений в улучшении качества воды // Landscape [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://landscape.ru/pond/water-vegetation-bioplato.html> (дата обращения: 25.03.2019).



9. Водные и прибрежные лекарственные растения // Русский травник – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rus-travnik.ru/vodnye.html> (дата обращения: 23.03.2019).

10. Даванков А.Ю. Социально-экономическая оценка природно-техногенных комплексов /А.Ю. Даванков. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 129-154.

11. Дегтярев, П.Я. Социально-экономическая география Челябинской области [Текст] / П. Я. Дегтярёв - Челябинск: АБРИС, 2010. - 239 с.

12. Дерябин, В.А. Экология: учеб.пособие / В.А. Дерябин, Е.П. Фарафонтова. – Екатеринбург: изд-во УрГПУ, 2016. – 136 с.

13. Дерягин В. В., Запывалова Е. Э. Географические особенности техногенного загрязнения территории (на примере окрестностей г. Карабаш, Южный Урал): мат-лыМеждународ. науч.-практич. конф. «Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества» – Челябинск: ООО "Край Ра", 2019 – 250- 258 с.

14. Дерягин В.В. Озёрные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия / В.В. Дерягин. Автореферат ... канд. геогр. Наук. Пермь, 1999. 23 с.

15. Дерягин, В. В. Донные отложения озер Южного Урала как индикатор техногенного загрязнения окружающей среды: мат-лымежрегион. науч.-практ. конф. // В. В. Дерягин. – Челябинск, 2006. – 244 с.

16. Дерягин, В.В. Полевая практика по геоморфологии в виде экспедиционного маршрута по административной территории г. Карабаша: уч.-метод.пособие / В.В. Дерягин. – Челябинск: АБРИС, 2010. – 76 с.

17. Добровольский, Всеволод Всеволодович. Проблемы геохимии в физической географии // В. В. Добровольский. - Москва : Просвещение, 1984. - 143 с.

18. Жаркова, Н. И. Особенности формирования химического состава поверхностных вод и инженерно-геологические свойства техногенных грунтов в районе г. Карабаш Челябинской области: мат-

лымежрегиональной науч.-практ. конф. // Н. И. Жаркова, И.А. Терновская, А. Р. Низамутдинова, Н.Н. Даровских. – Челябинск, 2006. – 244 с.

19. Загитова И.М. Социально-экономические факторы формирования современных донных отложений озер Челябинской области: мат-лы VIII Междунар. науч.-практ. конкурса «Лучшая студенческая статья – 2017» – Пенза: "Наука и Просвещение", 2017. – 269-272 с.

20. Запивалова, Е.Э. Видовое разнообразие высшей водной растительности некоторых озер Челябинской области (Южный Урал) / Е.Э. Запивалова // Урал: история, природа, культура: материалы Межрегиональной молодежной научно-практической конференции – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Урал.гос. пед. ун-т. – 2019 г. – 36-41 с.

21. Запивалова, Е.Э. Видовое разнообразие макрофитов некоторых озер Челябинской области (Южный Урал) / Е.Э. Запивалова // Достижения вузовской науки 2018: сборник статей VI Международного научно-исследовательского конкурса – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение».- 2018 г. – 18-21 с.

22. Запивалова, Е.Э. Географические факторы выбора классификации для изучения макрофитов / Е.Э. Запивалова // Урал: история, природа, культура: материалы Межрегиональной молодежной научно-практической конференции – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Урал.гос. пед. ун-т. – 2018 г. – 37-40 с.

23. Запивалова, Е.Э. Зонирование территории по техногенному загрязнению озер (на примере окрестностей г. Карабаш Челябинской области): Летняя школа молодых исследователей – 2019 «ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ» // НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ONLINE – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eee-science.ru/2019-2102/> (дата обращения: 12.09.2019).

24. Запивалова, Е.Э. Макрофиты некоторых озер Челябинской области (Южный Урал) / Е.Э. Запивалова // мат-лы Международного форума «ЛОМОНОСОВ 2019» [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2019 г.

25. Запивалова, Е.Э. Сравнительная характеристика классификаций высшей водной растительности / Е.Э. Запивалова // Научные достижения и открытия современной молодёжи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.2. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017 г. – 59-61 с.
26. Засуха Челябинской области // Энциклопедия Челябинской области – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chel-portal.ru/enc/zasuha> (дата обращения: 23.03.2019).
27. Захаров, С.Г. Мы изучаем озера: учебно-методическое пособие для учителей общеобразовательных школ и педагогов дополнительного образования [Текст] / С.Г. Захаров. – Челябинск, 2001. – 60 с.
28. История и деятельность // АО «Карабашмедь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.karmed.ru/firma.html.ru.cp-1251> (дата обращения: 18.03.2020)
29. Карачурина, А.Р. Особенности зарастания озёр Южного Урала в условиях современной антропогенной нагрузки: выпускная квалификационная работа / А.Р. Карачурина // фонды кафедры ГиМОГ ГОУ ВПО ЧГПУ, 2008. – 78 с.
30. Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: методы изучения / В.М. Катанская. – Л.: Наука, 1981. – 187 с.
31. Козлова, Т.А. Растения водоёма: учеб. Пособие / Т.А. Козлова – М.: Эгмонт Россия, 2002 – 64 с.
32. Крапивина, О.А. Географический аспект в распределение высшей водной растительности в озёрах Южного Урала / О.А. Крапивина // фонды кафедры географии и МОГ ГОУ ВПО ЧГПУ, 2006. – 57 с.
33. Крупская, Н.К. Общие вопросы теории педагогики. Статьи и выступления по вопросам организации дела народного образования в СССР // Н.К. Крупская. - М.: Изд-во Академии педагогических наук, 1958. - 735 с.

34. Куликов, П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области / П.В. Куликов. – Екатеринбург: БотсадУрО РАН, 2010. – 968с.
35. Нейштадт, М.И. Определитель растений средней полосы европейской части СССР: пособие для ср.шк-лы / М.И. Нейштадт. – М.: ГУПИ Минпросвещения РСФСР, 1954 - 496 с.
36. Оберемок, Т.А. Макрофиты озер ВУРСа: мат-лыконтф. «Актуальн. пробл. региональн. эколог. мониторинг.: инновац. модели в эколог.обр.» / Т. А. Оберемок, И. Я. Попова. – Вятка, 2014.
37. Папченков, В.Г. О классификации макрофитов водоемов / В.Г. Папченков // Экология № 6, 1985. - 8–13 с.
38. Папченков, В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья: Монография. – Ярославль: МП МУБиНТ, 2001. – 214 с.
39. Патент для переработки макрофитов: пат. 84 844 U1 Рос. Федерации: МПК C05F 11/06 / В.Н. Шевченко; патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства". - № №2009110896/22; заявл. 25.03.2009; опубл. 20.07.2009.
40. Поплавская, Г.И. Экология растений: учеб.пособие / Г.И. Поплавская – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Государственное изд-во «СОВЕТСКАЯ НАУКА», 1948. – 297 С.
41. Природа Челябинской области / Под ред. Андреевой М.А. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. – 269 с.
42. Программа II межрегиональной с международным участием научно-практической конференции «Колпинские чтения: Детско-юношеский туристско-краеведческий форум» // Ресурсный центр дополнительного образования Санкт-Петербурга – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rc-dtdm.spb.ru/wp-content/uploads/2020/03/буклет-конференции-27032020.pdf> (дата обращения: 01.04.2020).

43. Распопов, И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР // И.М. Распопов. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1985. – 197 с.
44. Садчиков А.П. Гидрботаника: прибрежно-водная растительность: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. – М.: Изд-ий центр «Академия», 2005. – 240 с.
45. Садчиков, А.П. Экология прибрежно-водной растительности: учебное пособие для студентов вузов / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. – М.: Изд-во НИА-Природа, РЭФИА, 2004. - 220 с.
46. Сергеенко М.Е. Феофраст. Исследование о растениях: пер. с древнегр. и прим. / М.Е. Сергеенко. – Л.: Издательство: Академия наук СССР, 1951. – 592 с.
47. Удачин, В. Н. Изотопная геохимия донных отложений озер Южного Урала для оценки масштабов горнопромышленного техногенеза / В. Н. Удачин, В.В. Дерягин, Р. Китагава, П. Г. Аминов // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование, № 3 – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2009. – 144-149 с.
48. Удачин, В.Н. Распределение физико-химических параметров в карьерных озерах Блявинского и Яман-Касинского колчеданных месторождений (Южный Урал): мат-лы вестника ФГБОУ ВО ОГУ / Удачин В.Н., Аминов П.Г., Лонцакова Г.Ф., Дерягин В.В. – Оренбургский государственный университет, 2009. – 166-172 с.
49. Шундеева, А.В. Заращение некоторых озер восточных предгорий Среднего и Южного Урала в пределах Челябинской области / А.В. Шундеева // фонды кафедры географии и МОГ ГОУ ВПО ЧГПУ, 2013. – 47 с.
50. Щенников, А.П. Экология растений / А.П. Щенников. - М.: Советская наука, 1950.—375 с.

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1

Таблица 1 - концентрация тяжелых металлов в некоторых озерах Карабашской группы

№	Водный объект	Концентрация тяжёлых металлов (мг/кг)					
		Донные отложения			Корневище тростника		
		Cu	Zn	Pb	Cu	Zn	Pb
1	Карабашский пруд	17240	13600	2256	3077,8	5893,5	1201,9
2	Серебры	5297	2747	1199	143,7	210,6	116,8
3	Мал. Барны	5021	2703	1235	104,6	110,7	29,1
4	Барахтан	4026	3572	1261	56,3	148,1	16,9
5	Бол. Агардяш	3505	4013	941	8,1	23,6	0,4
6	Алабуга	1166	760	340	7,9	12,4	1
7	Увильды	1920	1810	653	16,7	38,7	9,8
8	Бол. Касагалы	221	436	126	6,1	31,2	4,9

## Приложение 2

### ОТЗЫВ НА МЕРОПРИЯТИЕ - ИГРА «ЭКСПЕДИЦИЯ АЛХИМИКА»

Место проведение мероприятия – МАОУ «СОШ № 153 г. Челябинск»

Организатор: Запивалова Евгения Эдуардовна

Евгения Эдуардовна проявила инициативу и предложила данное мероприятие самостоятельно. Выбранная ей форма использовалась впервые на внеклассных мероприятиях, и ученики были взволнованы и рады игре. Проведенное мероприятие показало, что практикантка старается формировать не только систему знаний по краеведческой направленности, но и продолжает развивать основы нравственного поведения, уважения и взаимопомощи. Практикантка старалась акцентировать внимание на правильном отношении к природе родного края и быть толерантными к другим участникам игры.

Евгения тщательно подобрала материал и форму мероприятия, чтобы это соответствовало уровню развития классного коллектива, возрастным особенностям обучающихся и могло их заинтересовать. С самого начала Евгения Эдуардовна смогла расположить учеников к себе, поэтому на мероприятие присутствовала дисциплина, пусть и порой наблюдалось нарушение рабочей обстановки из-за адреналина, что Евгения умело предотвращала. Видно, что при его подготовке Евгения Эдуардовна проявила креативность и заинтересованность в результате.

Мероприятие было интересно для школьников, они с огромным удовольствием участвовали в нём, вступали в активный диалог между собой, так и Евгенией. Экологические проблемы носят актуальный характер, поэтому позволили сделать игру реалистичной. Тема заработка интересует всех и быть миллионером хотел бы каждый.

Проведенное мероприятие оказало положительное влияние на учащихся, способствовало сплочению коллектива обучающихся, они начали взаимопереживать друг другу и стремились помочь. Стоит отметить заранее подготовленное игровое поле, которое было ярким и легким в навигации. Для упрощения процесса там же были прописаны правила, чтобы у учеников возникало меньше вопросов. В ходе педагогической деятельности Евгения Эдуардовна показала достаточный уровень сформированности организаторских умений, а при проведении мероприятия грамотно руководила коллективной работой учащихся.

Педагог по географии:

  
/ Новоселова Н.В.  
Ф.И.О.





### Приложение 3

#### Карта рефлексии и самооценки обучающегося на занятии

№	Отметьте «+» или «-» выражение, которое соответствует вашему состоянию	« + »	« - »
1.	Своей работой в целом я доволен		
2.	Своей работой в группе я доволен		
3.	Для меня не было подходящего задания		
4.	Урок мне показался коротким		
5.	Материал урока мне был полезен		
6.	За урок я устал		
7.	Мне было комфортно		