



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ 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

**Озеро как объект комплексного естественнонаучного изучения  
с обучающимися средней общеобразовательной школы**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
44.04.01 Педагогическое образование**

**Направленность программы магистратуры  
«Естественно-географическое образование»  
Форма обучения заочная**

Проверка на объем заимствований:  
77,82 % авторского текста

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована

«05» февраля 2021 г.

И.о. зав. кафедрой Географии и методики  
обучения географии  
(название кафедры)

 Малаев А.В.

Выполнил:

Студент группы ЗФ-301/259-2-1  
Шундеев Александр Леонидович 

Научный руководитель:

канд. географич. наук, доцент  
 Захаров Сергей Геннадьевич

Челябинск  
2021

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 4  |
| ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЕРА<br>КАК ОБЪЕКТА КОМПЛЕКСНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО<br>ИЗУЧЕНИЯ ЗА ПЕРИОД С НАЧАЛА XX ВЕКА ..... | 7  |
| 1.1 Лимнологические исследования в царской России .....   | 7  |
| 1.2 Исследования озер в советской России .....  | 10 |
| 1.3 Изучение озер в Российской Федерации .....  | 14 |
| 1.4 Изучение озер с обучающимися средней школы .....  | 18 |
| Выводы по первой главе .....  | 22 |
| ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕР<br>ЮГО-ВОСТОЧНЫХ ОКРЕСТНОСТЕЙ Г.ЧЕЛЯБИНСКА .....  | 23 |
| 2.1 Организация исследования .....  | 23 |
| 2.2 Методы исследования .....   | 25 |
| 2.3 Результаты исследования .....   | 26 |
| Выводы по второй главе .....  | 34 |
| ГЛАВА 3. РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В<br>ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНОГО УЧИТЕЛЯ...  | 35 |
| 3.1 Изучение озера во время экскурсии .....   | 35 |
| 3.2 Изучение озера на уроке .....   | 40 |
| 3.3 Изучение озера с участниками географического кружка .....   | 47 |
| 3.4 Изучение водоема при выполнении проектной работы .....  | 49 |
| Выводы по третьей главе .....   | 50 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 52 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 54 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Интернет-сайты для дистанционного изучения<br>озера .....  | 63 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Интернет-сайты для сбора справочной<br>информации об озере .....   | 64 |

|   |    |
|---|----|
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Картосхема Челябинска и его окрестностей .....   | 65 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Фотоматериалы (автор Шундеев А.Л.) .....   | 66 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Результаты количественного гидрофизического и гидрохимического анализа озер Смолино, Первое, Курочкино, выполненные в Лаборатории мониторинга поверхностные вод Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральского УГМС» ..... | 76 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Методики измерения гидрофизических и гидрохимических параметров поверхностных вод, используемые в Челябинском ЦГМС – филиале ФГБУ «Уральское УГМС» .....   | 84 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Рыбохозяйственные нормативы – ПДК поверхностных вод, используемые в Челябинском ЦГМС – филиале ФГБУ «Уральское УГМС» .....   | 86 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Практико-ориентированные задания .....   | 88 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 9 Тематическое планирование школьного географического кружка.....  | 91 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 10 Тематика индивидуальных проектных работ ....  | 92 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Тема «Озера» изучается в школьном курсе физической географии. География рассматривает озеро как природный объект, хозяйственный объект, индикатор экологического состояния местности. В методике обучения географии "озеро" является понятием. В обязательной части учебной программы по предмету «География. 5 (6) класс» предусмотрен только 1 час для прохождения данной темы. Этого недостаточно для формирования у школьников базовых знаний по озерной тематике. Необходимо формирование и развитие данного понятия у обучающихся как в рамках традиционного урока, так и в рамках внеклассной работы.

С 2018 г. концепция развития географического образования в Российской Федерации (в рамках образовательных программ основного образования) предусматривает увеличение объема практических занятий на местности, в том числе в рамках внеурочной деятельности (занятия географического кружка в форме экскурсий), учет индивидуальной траектории развития обучающихся и изучение учебного предмета «География» в соответствии с индивидуальными запросами в сочетании с практико-ориентированной научно-исследовательской и проектной работой [37].

Наряду с теоретическим обучением в кабинете, необходимо проведение внеклассных мероприятий в окружающей среде – изучение конкретного озера или группы озер. Важно сочетать познавательную деятельность учащихся с эколого-ориентированной. Озера Смолино, Курочкино и Первое – удобные и показательные в этом отношении для челябинских школьников водоемы. Данные гидрологические объекты характеризуются как природные комплексы, испытавшие влияние деятельности человека.

Обучающиеся под руководством школьного учителя могут превратить озеро или несколько озер ближайшего окружения в учебно-научный полигон, постоянный исследовательский участок [26].

На современном уровне развития географической науки отстает практика методологических подходов в школьном курсе географии при изучении природных объектов. Недостаточно используются современные методы дистанционного зондирования Земли, геоиконики и т.п. Необходимо внедрять современные методики изучения озер, адаптированные для учащихся, в сочетании с новыми методологическими способами подачи учебного материала.

**Объект исследования** – озеро.

**Предмет исследования** – комплексное естественнонаучное изучение озер с обучающимися средней школы.

**Цель исследования** – рассмотреть озеро как комплексный объект географического исследования с учащимися на примере изучения некоторых озер окрестностей г. Челябинска.

**Задачи исследования:**

1. На основе литературы и электронных ресурсов проанализировать подходы (направления географического мышления) и методы исследования озера как объекта комплексного естественнонаучного изучения.

2. Оценить современный гидрохимический состав и общее экологическое состояние (основные ионы, микроэлементы, биогенные вещества, органическое вещество, трофический статус водоемов, качество воды) водоемов юго-восточных окрестностей Челябинска: Смолино, Курочкино и Первое.

3. Разработать формы организации обучения географии (проведение урока, экскурсии, работа кружка, создание проекта) по теме «Озера» на основе комплексного естественнонаучного изучения озер.

**Научная новизна исследования.** Разработана оригинальная методика регионального изучения озер с обучающимися.

**Выносимое положение на защиту:** Объединить современные доступные обучающимся научные методы изучения озер с современными способами подачи учебного материала в средней общеобразовательной школе.

**Теоретическая и практическая значимость.** Обоснована возможность комплексного естественнонаучного изучения озер в школьном курсе географии. Полученные в ходе исследовательской работы данные гидрофизических, гидрохимических и экологических параметров водных масс дополняют существующие сведения об экологии озер окрестностей г. Челябинска – Смолино, Первое и Курочкино; результаты исследований адаптированы для обучающихся 5-6, 7-9 классов и могут быть применены на уроках и во внеклассной деятельности по предмету «География».

**Апробация результатов исследования.** По результатам ВКР имеется 2 публикации в сборниках материалов конференций (публикации, входящие в РИНЦ) [77, 78].

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав и заключения. Главы посвящены литературному обзору по рассматриваемой проблеме, включают описание материалов и методов исследования, обсуждение полученных результатов. В заключении представлены выводы по работе. Методики работы, полученные данные и методические материалы, содержатся в 10 приложениях.

Библиографический список включает 80 источников. Работа изложена на 92 страницах.

# ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЕРА КАК ОБЪЕКТА КОМПЛЕКСНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЗА ПЕРИОД С НАЧАЛА XX ВЕКА

## 1.1 Лимнологические исследования в царской России

Развитие новых направлений в теоретических и эмпирических исследованиях науки чаще всего совпадает со сменой основных подходов, системы понятий, научного языка и методов научного познания. Смену концептуальных подходов, связанных с появлением новых ценностей в обществе и развитием науки, можно проследить и в лимнологических исследованиях.

Автором прослежено развитие основных концептуальных подходов и содержание исследований в лимнологии как науке с начала XX века.

В начале XX века решающее значение в развитии теории лимнологии имели работы Фореля Ф.А., Анучина Д.Н. и Берга Л.С. Большую роль в развитии науки об озерах в царской России сыграла деятельность Озерной комиссии Императорского русского географического общества (ИРГО).

В период 1900-1917 гг. лимнология развивалась в связи запросами растущей экономики (водный транспорт, рыбные и соляные промыслы, гидроэнергетика, водоснабжение, бальнеология), которые потребовали более полного использования озер и соответствующего развития озераведения.

Исследования в основном проводились по трем направлениям: географо-гидрологическому (общие описания и съемка озер, водомерные наблюдения, исследования отдельных элементов режима), гидрохимическому (анализ воды на содержание солей), гидробиологическому (исследования водной флоры и фауны, идея о связи жизни в озере с особенностями его водной массы).

Особенностью данного временного интервала становится реализация подхода – изучение общих закономерностей и процессов, свойственных озерам как гидрологическим объектам. Руководящим принципом в работе русских лимнологов стало комплексное изучение озера на ландшафтно-географической основе. Основным методом исследований – изучение в экспедициях.

В России в это время концепцию ландшафтно-географического подхода развивали несколько ученых.

В 1896 г. Анучин Д.Н. опубликовал фундаментальную сводку о работах по изучению озер России, в которой рассматривает озеро как весьма сложный элемент ландшафта, развивающийся в определенной среде и взаимодействующий с ней [7]. Поэтому Анучина Д.Н. наряду с Форелем Ф. надо считать одним из основоположников географо-гидрологического направления в лимнологии.

В своем классическом исследовании, посвященном комплексному изучению Женевского озера, Форелем Ф. [69] была показана необходимость использования комплексного подхода к изучению водоема, сочетающего изучение морфометрических показателей озера с изучением и сравнением химических, биологических и физических процессов, протекающих в изучаемом природном объекте.

Научная работа «Аральское море: опыт физико-географической монографии» написанная Бергом Л.С. представляет большой вклад в озероведение [10]. Берг Л.С. не только зарегистрировал наблюдаемые факты, но и описал причинные связи, лежащие в основе и происхождении гидрологических явлений и процессов. Использование комплексного географо-гидрологического подхода к изучаемым Бергом Л.С. озерам Средней Азии с применением методики соотнесения следов стояния высоких и низких уровней исследуемых озер позволило ученому прийти к заключению об ошибочности гипотезы о постоянном усыхании Средней Азии и степей Казахстана. Как географ-лимнолог, Берг Л.С. интересовался

не только частными вопросами режима Аральского моря, но и выделил закономерности эволюции озера как элемента ландшафта и индикатора сложных процессов формирования ландшафта, а также воздействия климата на озеро.

При изучении естественных озер исследователи того времени использовали инструкции и программы для подробных исследований озер, выпущенные ИРГО в 1908 г. [33], а также труд Фореля Ф. «Руководство по озероведению», опубликованный в 1912 г. [69] и работу Маркова Е.С. «О методах исследования озер», изданную в 1902 г. [40].

В сборнике «Инструкции для исследования озер» описываются методика полевых и камеральных (лабораторных) лимнологических исследований. В частности, автор гидрологического раздела «Наставление для съемки и промера озер и изучения их в физико-географическом отношении» Шокальский Ю.М. излагает методику батиметрических и физико-географических исследований водоемов, способ определения прозрачности воды с помощью диска Секки.

В главе «Инструкция для геологического исследования озер» Обручев В.А. предлагает рассматривать озеро с позиции геологии: происхождение озерной котловины, строение дна котловины и береговой зоны, донные отложения, возраст озера, состав водной массы по содержанию солей.

Гильзен К.К., автор раздела «Инструкция для исследования грунта озер» рекомендует способы извлечения и лабораторного исследования озерного грунта на механический, химический и биологический состав.

В разделе «Инструкции для химического исследования озер и планктона» Лебединцев А.А. рассматривает общий химический характер озерных вод и способы отбора проб воды на лабораторный анализ.

В каждом разделе издания «Инструкции для исследования озер» указывается список литературы, в котором фигурирует «Руководство по озероведению» Фореля Ф. В работе Фореля Ф., на высоком для того

времени научном уровне, рассмотрены элементы режима и морфологии озер, даны классификации озер по разным признакам. Форель, на основе изучения термического режима озер различных климатических зон, первым разработал термическую классификацию озер (1892). Позднее она развивается и детализируется. Первое систематическое пособие долгое время являлось основным руководством для исследователей озер.

## 1.2 Исследования озер в советской России

Концепция ландшафтно-географического подхода в русском озероведении, заложенная и утвержденная трудами Анучина Д.Н. и Берга Л.С., получила дальнейшее развитие в лимнологических исследованиях советских ученых. Большую роль в развитии науки об озерах в советской России сыграли организованный в 1919 г. в Ленинграде (ныне Санкт-Петербург) Российский (позже Государственный) гидрологический институт (ГГИ) и созданная в 1947 г. Лаборатория озероведения АН СССР (позже Институт озероведения АН СССР, затем ИНОЗ РАН).

После Октябрьской революции перед лимнологией поставлены совершенно новые задачи, связанные с проблемой комплексного использования водных ресурсов.

Уже с первых лет советской власти в исследованиях озер преобладают биологическое и географо-гидрологическое направления.

Особенностью советского периода (1918 – 1991 гг.) становится реализация подхода – изучение общих закономерностей и процессов, свойственных озерам не только как гидрологическим объектам, но и как географическим комплексам (ПТК). Руководящим принципом в работе советских лимнологов стало комплексное изучение озера на ландшафтно-географической (литогенной) основе. Основной метод исследований – изучение на озерных станциях, гидрометеорологических постах, в экспедициях [13].

В России в этот период лимнологическую концепцию данного подхода развивали ряд крупнейших ученых.

В становлении и развитии советской лимнологии большая роль принадлежит Верещагину Глебу Юрьевичу. В 1919 – 1924 гг. Верещагин Г.Ю. руководил Озерным отделом в ГГИ. В 1919 г. ученым при содействии ГГИ осуществлена Олонецкая научная экспедиция (ОНЭ). Результатом ОНЭ явился научный труд Верещагина Г.Ю., в котором представлена авторская методика сравнительно-морфометрической характеристики озер. [15].

В начале тридцатых годов двадцатого века Верещагин Г.Ю. основал в озероведении авторское комплексное направление: «изучение природы озер, как целого, для установления количественных закономерностей и явлений в них протекающих и их взаимной связи с окружающей средой в целях более полного освоения озерных фондов в различных отраслях народного хозяйства» [14]. Вышеизложенные идеи ученого положены в основу деятельности созданной Лаборатории озероведения, первыми сотрудниками и организаторами которой стали последователи Глеба Юрьевича.

По инициативе Калесника Станислава Викентьевича в 1960-е гг. в Лаборатории озероведения сложилось свое научное географическое направление комплексного изучения озер в единстве с окружающим географическим ландшафтом.

При изучении природных озер исследователь имеет дело преимущественно с выяснения зональных (климат, растительность, тип почвенного покрова) и азональных – геолого-геоморфологических (геологическое строение, геохимические процессы, химия почв, строение котловины озера, густота ручьевой сети) факторов. При этом очень важно выделить ведущие факторы природной среды, определяющие данные ландшафтные условия. По Калеснику С.В. [34], «озеро – как целостное образование – это система, а связь озера с ландшафтом – свидетельство

того, что оно есть элемент другой системы высокого порядка (ландшафта)».

Изучая естественные озера, исследователи использовали материалы «Трудов Лимнологической станции в Косино (на оз. Белом под Москвой, МГУ)» (1924 – 1939 гг.) в качестве ориентиров. Труды издавались на русском и немецком языках, получили широкую известность во всем мире и до сих пор сохраняются и востребованы в библиотеках многих лимнологических центров Европы и Америки.

Одновременно с развитием исследований на озерах разрабатывались теоретические вопросы и задачи лимнологии: показатели (характеристики), определяющие особенности формирования природных свойств озер. Формирование свойств водоемов находит свое выражение в ряде классификаций озер.

Одним из условий образования озер является происхождение (или генезис) озерных котловин. Ведь оно дает ключ к закономерности пространственного размещения озер и определяет начальный момент в развитии озера, а через форму и размеры котловины, связанные с ее генезисом, участвует в формировании свойств озера на протяжении его жизни.

«Генезис котловин» положен в основу классификаций озер, разработанных целым рядом исследователей. Общеизвестна генетическая классификация (1937) Первухина М.А. [53]. Более детальную генетическую классификацию озерных котловин (1957) дает Хатчинсон Д. [71].

Из морфометрических показателей, определенных Верещагиным Г.Ю. [15], наибольшее распространение получили показатели «развития», «открытости», «емкости» и др. (1930). Григорьевым С.В. [20] были введены показатели «островистости», «удлиненности» и др. (1957), которые также прочно вошли в практику лимнологических исследований.

Значительный лимнологический смысл в морфометрию озер внес Муравейский С.Д. [44]. Им предложен показатель «формы озерной

котловины» (1948). Для озероведов важно выразить форму озерной котловины в виде числового значения и показать, к какой форме геометрического тела приближается определенная котловина.

Из характеристик по морфометрии озер, оставивших след, нужно упомянуть показатель «глубинности» (1949), предложенный Ивановым П.В. [31].

На основании значений показателей указанными авторами было проведено деление озер на типы.

Прочно вошли в практику лимнологических исследований работы по исследованию термического режима водоемов. Хатчинсон Д. [71] разделил озера по особенностям циркуляции вод (1957). Он отмечает, что на земном шаре преобладают озера с двумя периодами циркуляции. Принимая во внимание характер распределения температуры воды по вертикали, Тихомиров И.А. [67] подразделяет озера умеренного типа на эпitherмические, метatherмические и гипotherмические (1968). Хомский В. [72] предлагает термоглубинную классификацию по разности температур придонного слоя в период летней и зимней стагнации (1969) (практически одновременно с Андреевой М.А. [4]).

Большой вклад в развитие гидрологических классификаций внесли работы Григорьева С.В. [19], в которых автор вводит понятия «удельный водосбор» и «условный водообмен» (1959). Григорьевым, на основании ряда величин этих показателей, было проведено деление озер на классы.

Почти одновременно показатель «удельного водосбора» был использован Богословским Б.Б., взявшим его за критерий при воднобалансовой типизации озер (1960). На основании внешнего водообмена озер, Богословский Б.Б. [12] различает типы водоемов:

- транзитные,
- транзитно-аккумулятивные,
- аккумулятивно-транзитные,

– аккумулятивные.

Более широкое лимнологическое значение имеет биологическая (трофическая) классификация озер. Основы ее были заложены в конце 20-х гг. XX в. Тинеманом А. и Науманом Э. [13]. Поскольку органическая жизнь водоемов тесно связана с их гидрохимическим режимом, последний является важнейшим критерием биологической классификации. В основу этой классификации положен принцип деления водоемов по условиям питания или трофности. Тинеман А. и Науман Э. первыми попытались типизировать гидрохимический режим озер.

Изменения минерализации воды и ее ионного состава легли в основу типизации озер (1948, 1955), разработанных Алекиным О.А. [2] и Максимовичем Г.А. [38].

Алабышев В.В. [1] установил, что между особенностями водного баланса озер, их гидрохимическими характеристиками и типом донных отложений существует тесная, обусловленная единством водно-солевого баланса, связь. Им выделены водоемы по типу донных отложений (1932).

Необходимо упомянуть работу Богданова В.В. [11]. Им создана морфологическая классификация озер, включающая четыре типа по соотношению глубинных зон в котловине озера (1968):

- литоральный,
- литорально-профундальный,
- профундально-литоральный,
- профундальный.

### 1.3 Изучение озер в Российской Федерации

На современном этапе лимнологических исследований (1990-е гг. – наши дни) осуществляется геоэкологическая оценка состояния озерных геокомплексов – установление закономерностей проявления и распространения антропогенных воздействий, которые могут перекрывать влияние природных факторов, формирующих свойства озер. Такая

направленность актуальна, так как влияние человека на природу, в том числе и озерные экосистемы, приблизилось к критическому.

Антропогенный фактор начинает занимать ведущее место в формировании многих свойств озер. В связи с деятельностью человека на повестку дня встал вопрос о качестве воды, т.е. о свойстве водоемов, определяемом требованиями водопользователей.

Особенностью современного периода становится реализация подхода – изучение закономерностей формирования, структуры, функционирования, эволюции озера как целостной геосистемы. Руководящим принципом в работе российских лимнологов является рассмотрение озера на ландшафтно-геосистемной основе. Методы исследования и оценки состояния озерных геокомплексов – сочетание проверенных временем, классических с новыми, такими как: метод дистанционного наблюдения и сбор информации из электронных баз сети Интернет.

Комбинирование традиционных и новых исследуемых параметров озерной экосистемы приводятся в современной лимнологической литературе [65, 79].

В геоэкологическом аспекте ориентирами для исследователей озер могут служить научные работы ряда авторов.

Широкое применение в лимнологических исследованиях нашла первая классификационная «нумерическая шкала» Карлсона Р. Шкала предназначена для определения трофического индекса и трофического статуса озера (1977). При расчете «трофического индекса Карлсона» (TSI) учитываются параметры водной экосистемы: прозрачность по диску Секки и концентрация общего фосфора.

Достоинством этой шкалы является то, что в условном численном выражении от 0 до 100 она может отразить непрерывный ряд трофических состояний озера и дать более дробные границы его положения в пределах каждого трофического типа. При многолетних наблюдениях показатели

этой шкалы позволяют следить, даже за незначительными изменениями в озерных экосистемах [65].

Еще одна нумерическая шкала по «индексу трофического состояния» (ИТС) (1987) в том же диапазоне, от 0 до 100, предложена Бульоном В.В. [65]. ИТС определяется на основе содержания хлорофилла «а» как индикаторной характеристике экологического состояния озер.

В 1980-е гг. Оксьюк О.П. и Стольбергом Ф.В. [52] предложена характеристика степени «цветения» воды сине-зелеными водорослями. Достоинство этой разработки – визуальная оценка состояния водоема и оперативность в получении конкретных сведений.

В 1990-е гг. Оксьюк О.П. и Жукинским В.Н. [51] был предложен «суммарный класс качества и трофии водоема», включающий параметры: категории качества воды, категории трофности, гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические показатели. Данная разработка вошла в современную практику исследований озер.

В работе Прытковой М.Я. (2002) рассматриваются научные основы и методы восстановления озерных экосистем при разных видах антропогенного воздействия. Предлагается новый подход к решению проблемы восстановления озер, направленный на создание в водоеме оптимальных условий для жизнедеятельности гидробионтов, обеспечивающих качество воды [36].

С 2009 г. одним из новейших направлений исследований озерных экосистем является изучение поступления в водную среду лекарственных средств и их влияния на гидробионты и всей экосистемы (прежде всего антибиотиков со стоками животноводческих и птицеводческих ферм, а также от рыбных прикормок).

Не потеряла актуальность в наши дни глазомерная оценка зарастания водоема, предложенная немецким гидробиологом Стармахом К. [61]. Автор предлагает следующие информативные показатели: тип зарастания водоема, процент площади зарастания по пятибалльной шкале (1954).

Польский лимнолог Паталас К. [36] предложил ввести в «формулу расчета приблизительной глубины (нижней границы) эпилимниона» морфометрические данные (1960). Показатель не требует специальных исследований. В последнее время широко используется в практической лимнологии.

В геоэкологических исследованиях озер регионального уровня стоит обратить внимание на труды ряда исследователей.

В работе Дияновой О.П. и Дерягина В.В. [21] предложен быстрый, относительно дешевый и достаточно эффективный способ профилактики геоэкологических проблем и экспресс-прогноза дальнейшего развития водоемов – анализ литологии и геоморфологии озерных берегов (2005).

Захаров С.Г. [27] предлагает к применению новый прибор (диск Захарова), позволяющий качественно оценить параметры прозрачности для водоемов, подверженных эвтрофикации, так и для дистрофных озер (2016). Информативные данные наблюдаются не в сравнении разнотипных озер друг с другом, а для одного и того же водоема в сезонной и многолетней динамике.

Малаев А.В. [39] разработал классификацию озер по их предрасположенности к зарастанию. Автором выделены информативные критерии предрасположенности водоемов к зарастанию (2009):

- коэффициент изрезанности,
- показатель открытости,
- удельный водосбор,
- условный водообмен,
- средняя глубина,
- максимальная глубина,
- показатель глубинности,
- коэффициент емкости.

Следует особо отметить, что за длительный промежуток гидрохимических наблюдений в России (более 60 лет) по некоторым

компонентам химического состава произошла смена до 2-3-х поколений методик. Поэтому использовать в исследованиях только данные, полученные по методикам, обеспечивающим сопоставимые результаты. При наличии существенных расхождений результатов анализа с современными методами архивные данные не использовать [50].

#### 1.4 Изучение озер с обучающимися средней школы

Методика изучения озера с учениками в школьной географии в своем развитии исходит и опирается на работы ученых-географов, методистов-географов и географов-педагогов советской общеобразовательной школы.

Впервые в географических курсах с 1950-х гг. усилилось внимание к проведению практических работ школьников на местности, экскурсиям в природу [42].

В 1960-80-е гг. в курсе школьной географии акцентируется внимание на экологическом и краеведческом материале. Выделено время в программе для проведения учебных занятий по разделу «География своей местности». Впервые в текст программы по географии внесено содержание межпредметных связей [42].

Начиная с внедрения (использования) метода школьных экскурсий (походов, экспедиций) на местность как способа познания на уроках географии, вышло достаточное количество книг и брошюр, в частности, как исследовать озеро со школьниками.

В конце 40-х - начале 50-х гг. XX в. государственное издательство географической литературы выпустило двухтомный «Справочник путешественника и краеведа» по всем вопросам исследовательской работы в экспедициях [64].

Первый том (1949) посвящен технике и организации экспедиции; в нем объединены сведения практического характера и сведения из области научно-технических дисциплин (радио, фото, кино, топография,

аэрофотосъемка, барометрическое нивелирование), являющиеся для исследователя подсобными.

Второй том (1950) включает работы по всем научным дисциплинам, с которыми приходится иметь дело при полевых исследованиях. Каждая статья содержит инструкции и программы для полевых наблюдений. Второй том предназначен главным образом для комплексных географических полевых исследований; рассчитан на широкие круги исследователей, которым во время полевых работ нужно иметь под рукой инструкции по весьма разнообразным отраслям знаний. В частности, такими исследователями являются учителя – руководители школьных экскурсий.

В главе «Комплексное изучение озер» второго тома даны программа и инструктивные указания полевых исследований. В основу главы положены достижения науки лимнологии на тот момент и та методика, которая выработана советскими учеными и классиками дореволюционной науки. В рассматриваемой главе справочника приведен список библиографических источников.

В составлении двухтомного справочника приняли участие научные работники с большим опытом экспедиционных исследований. Справочник составлен по плану, предложенному профессором Обручевым С.В., который является и редактором обоих томов.

Классическая инструкция по исследованию озер (1963) с учениками изложена в учебном пособии Антимонова Н.А. [6]. Автор показывает, как в наиболее занимательной для школьников форме походов организовать и провести целенаправленное изучение водоемов силами юных исследователей. Основное внимание уделено более простым способам исследования водных объектов с использованием самодельных приборов, а также методов безинструментальных измерений. Приемы разностороннего гидрологического изучения местных озер - приводятся по методическим и

инструктивным установкам, рекомендованным Гидрометеорологической службой.

Методические указания и программы исследовательских работ в конкретных условиях водного похода регулярно печатаются на страницах научно-методического журнала «География в школе» [5, 18, 43, 54, 62, 63, 66, 68].

Организация лимнологических исследований в школьных исследовательских работах изложена в современных методических пособиях для учителей средней школы [26, 27, 32, 80].

Анализ литературы по организации лимнологических наблюдений показывает, что общая программа изучения озер изменяется незначительно, в то время в значительной мере изменились многие методы исследования и оценки состояния озер.

В настоящее время при проведении полевых работ рекомендуется руководствоваться базовыми показателями для оценки развития озерной экосистемы (таблица 1).

Таблица 1 – Базовые характеристики для оценки развития озерной геосистемы при полевом исследовании [27]

| Показатель состояния озерной геосистемы | Измерение /прибор                                | Характеристика полученных данных  |
|---|--|---|
| <i>1</i>                                | <i>2</i>   | <i>3</i>  |
| Водородный показатель (рН)              | рН-метр  | Выявление процессов закисления; выявление наличия щелочных металлов; выявление интенсивности фотосинтеза  |
| Температура                             | Глубоководный термометр (иные термометры)        | Выявление суточной и сезонной динамики хода температур на поверхности и по глубинной вертикали; определение термического типа водоема, расчет теплозапаса, выявление наличия термоклина и его температурного градиента, выявление зон эпилимниона и гиполимниона. |
| Прозрачность                            | 1) шриффт Снеллена<br>2) белый диск (диск Секки) | Выявление пригодности воды для питья и культурно-бытовых нужд; расчет глубины фотосинтеза (фотического слоя); расчет трофического индекса TSI и определение трофического статуса озера  |

*Продолжение таблицы 1*

| 1   | 2  | 3  |
|---|--|--|
| Электропроводность  | Кондуктометр   | Общая минерализация воды, наличие хемоклина, наличие разнородных водных масс В водоеме   |
| Растворенный кислород                                       | 1) оксиметр<br>2) лабораторный анализ по Винклеру                                    | Распределение кислорода по глубинной вертикали; перенасыщение или дефицит кислорода как характеристика экосистемы; выявление возможных процессов вторичного загрязнения из донных отложений при образовании у дна бескислородной зоны; биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> ) как характеристика продуктивности водоема |
| Степень развития планктонных водорослей                     | Визуально. По таблице Оксийок Стольберг, 1986  | Определение интенсивности «цветения» синезеленых водорослей (цианобактерий) и их приблизительной биомассы  |
| Степень и характер зарастания высшей водной растительностью | Дистанционные методы, полевые методы (учетная рама). По классификации Starmach, 1954 | Тип зарастания, % площади зарастания по 5 балльной системе; типичные растительные ассоциации макрофитов, плотность зарастания водно-воздушными макрофитами   |
| Структура донных отложений                                  | Воронковый лот, дночерпатель   | Картографирование зон твердых и вязких грунтов, выявление границ песчаного и илистого грунта, определение цвета и консистенции донного грунта; описание минеральных и биологических включений; определение зоны ветрового воздействия на дно.  |

В современных условиях необходимо использовать новые методы изучения озер: способ дистанционного получения информации и работа с электронными базами данных сети Интернет. Из дистанционных методов наиболее доступна программа Google-Earth (приложение 1). С ее помощью можно рассчитать значимые морфометрические показатели озера: длину береговой линии, протяженность водоема, площадь озерного зеркала, отметку уровня воды.

Из электронных баз данных по озерам, помимо справочных сведений, можно использовать открытые данные спутников (например, сайты Европейского и Североамериканского космических агентств). В указанных сайтах в Интернете (приложение 2) можно посмотреть карты температуры воды с точностью до 0,5 °С, мутность вод и состояние водосбора – влажность почв, обезлесение или даже лесные пожары.

При разработке программы исследования озера как водной геосистемы суши необходимо помнить, что озеро представляет собой систему «котловина-водная масса» в их совместном эволюционном развитии. Озеро обладает способностью изменять и накапливать все вещества своего водосбора. Характер изменения и накопления веществ в озере отражает всю совокупность протекающих в его водной массе, в грунтах и в донных отложениях физических, химических и биологических процессов, на которые влияют форма и размер котловины и соответственно озера, а также окружающая его среда (климат, геологические, почвенные и другие особенности водосборной площади) и разные формы деятельности человека на водосборе и за его пределами [26].

#### Выводы по первой главе

Трудами Фореля Ф., Анучина Д.Н. и Берга Л.С. заложены опорные представления о комплексном естественнонаучном изучении озера на ландшафтно-географической основе. Выявлен компонент ландшафта – озеро. Детализация представлений об озере как единице ландшафта получена в ходе направленного развития теоретических и эмпирических исследований в научном озероведении.

Комплексное изучение озера содействовало развитию методов научной лимнологии: простых и информативных методов наблюдения и достоверной оценки параметров озерной экосистемы (морфометрических параметров, гидрологического режима, состава вод, седиментации и биологических показателей).

Научное изучение озера требует комплексного применения физических, химических, биологических и географических методов.

Программа исследования озер с обучающимися изменилась незначительно, в то время, как кардинально изменились оценки состояния озерных экосистем, многие методы исследования.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНЫХ ОКРЕСТНОСТЕЙ Г.ЧЕЛЯБИНСКА

### 2.1 Организация лимнологических исследований

Исследования проведены на базе естественно-технологического факультета ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» и Лаборатории мониторинга поверхностных вод Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС».

Нами были изучены 3 водоема, расположенные в черте г. Челябинска и его ближайшей окрестности (приложение 3, 4). Координаты изученных озер представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Местоположение озер, рассматриваемых в работе

| Озеро     | Географические координаты центральной зоны водоема | Абсолютная отметка уровня, в метрах Балтийской системы |
|-----------|--|--|
| Первое    | 55°20' с. ш., 61°52' в. д.                         | 198,80   |
| Смолино   | 55°08' с. ш., 61°43' в. д.                         | 212,96   |
| Курочкино | 55°08' с. ш., 61°70' в. д.                         | 217,90   |

Выбор данных водоемов определяется следующим:

1. Доступные объекты изучения: озера находятся на расстоянии не более 3-5 км от учебного заведения; достаточно хорошее транспортное сообщение.

2. В научном аспекте Смолино, Первое, Курочкино – природно-антропогенные водные геосистемы. Эти озера, свойства которых обусловлены человеческой деятельностью, в развитии своем подчиняются природным закономерностям.

3. До антропогенного воздействия Первое и Смолино – соленые озера с максимальной глубиной до 2 м, а Курочкино – пресный водоем с максимальной глубиной около 1 м. В настоящее время в водах Смолино и Первое наблюдается опреснение, в Курочкино – осолонение водных масс.

На протяжении длительного времени у всех озер сохраняется хлоридный класс воды.

В пределах города Челябинска, в Ленинском и Советском административных районах находится озеро Смолино, в Тракторозаводском районе – озеро Первое. С юго-востока близ городской черты расположено озеро Курочкино; в административном отношении исследуемый участок относится к Копейскому городскому округу. Рассматриваемые водоемы расположены на Зауральском пенеплене, в зоне контакта уральских и западно-сибирских геологических структур.

Котловины озер эрозионно-тектонического происхождения. Особенности геоморфологии озерных ванн является значительный рост размера озерного зеркала даже при относительно невысоких (1-2 м) уровнях подъема вод. В прошлом это бессточные водоемы.

В основу работы положены материалы собственных полевых (приложение 4, 5) и аналитических исследований автора, а также фондовые материалы Лимнологического-экологического центра ЮУрГГПУ [3, 4, 25, 28, 29, 30, 41, 78] и других организаций, включая НИИ [17, 22, 24, 35, 45, 46, 55, 73, 74, 76].

На акватории водоемов в центральной зоне (см. таблица 2 на с.23) были организованы станции отбора пробы. На озерах проводились сезонные наблюдения (март, сентябрь 2019 г.) – изучались перечисленные ниже параметры водных масс озер:

- гидрофизические: прозрачность по диску Секки (SD), взвешенное вещество, цветность;
- гидрохимические: pH, состав основных ионов, биогенные элементы, микроэлементы, загрязняющие вещества;
- гидроэкологические: трофический статус водоема, качество воды.

## 2.2 Методы исследования

Изучение озер выполнялось маршрутно-экспедиционным методом [26]. Этот простейший метод исследования озер применяется при краткосрочном изучении большого числа водоемов; дает возможность получить представление о морфологии озерной котловины и основных особенностях водной массы озера.

Интерпретация полученных автором материалов проводилась с учетом ретроспективных данных. В ретроспективном плане состояние исследуемых озер сопоставлялось с результатами других исследований на этих озерах, проведенных различными организациями и научными институтами в период с 1930 по 2018 гг.

С целью сопоставления современного экологического состояния озер был использован метод единовременного снятия данных и единый стандарт точек отбора проб для оценки озерных экосистем (авторская) [26]. Данная методика мониторинга дает возможность создания более целостного образа изучаемых природных комплексов.

Определение прозрачности воды по белому диску произведено автором исследования самостоятельно [26].

Отбор проб проводился с поверхностных (0,2-0,5 м от поверхности) горизонтов стандартным гидрологическим оборудованием – батометром Молчанова ГР-18 (Российская Федерация) по 1,5 - 2 л на гидрофизический и гидрохимический анализы; ГОСТ Р 51592-2000. Всего для анализа было отобрано 8 проб воды.

Подготовленные пробы анализировались в лицензированной лаборатории, имеющей аттестат аккредитации, с использованием оригинальных методов исследования.

Определение гидрофизических и гидрохимических параметров озер осуществлялось согласно методикам, с учетом предусмотренных руководящими документами погрешностей (приложение 6).

Характеристика качества озерных вод дается по рыбохозяйственным нормам – ПДК. В отношении рыбохозяйственных водных объектов, ПДК – это такая концентрация того или иного вещества в природной воде, которая не нарушает звенья трофической цепи водоема (фитопланктон, макрофиты, зоопланктон, рыба) (приложение 7).

Современный трофический статус и качество воды определяли с использованием методик: трофического индекса Карлсона (TSI), индекса загрязнения воды (ИЗВ) [26].

Для определения интенсивности «цветения» синезеленых водорослей (цианобактерий) и их приблизительной биомассы применялась визуальная оценка состояния водоема по таблице Оксинюк, Столберг [52].

### 2.3 Результаты исследования

Озера юго-восточных окрестностей г. Челябинска испытали значительное преобразование, связанное с отведением промышленных, ливневых, коммунальных и шахтных сточных вод.

Промышленное водоотведение предприятий г. Челябинска начиная с 1937 г. существенно изменило водный режим озер Первое и Смолино; с 1952 г. начался непрерывный сброс шламовых вод в озеро Курочкино.

За период 1930-2019 гг. в исследуемых озерах уровень воды поднялся на 5 м (в озере Первое – на 8 м); площадь зеркала увеличилась в 2 раза и более; объем водной массы увеличился в 3 раза (в озере Смолино – в 5 раз) (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение площади озерного зеркала и объема водной массы

| Год      | Оз. Первое               |                           | Оз. Смолино              |                           | Оз. Курочкино            |                           |
|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|          | Площадь, км <sup>2</sup> | Объем, млн м <sup>3</sup> | Площадь, км <sup>2</sup> | Объем, млн м <sup>3</sup> | Площадь, км <sup>2</sup> | Объем, млн м <sup>3</sup> |
| <i>1</i> | <i>2</i>                 | <i>3</i>                  | <i>4</i>                 | <i>5</i>                  | <i>6</i>                 | <i>7</i>                  |
| 1930-е   | 7,8                      | -                         | 14,0                     | 22,0                      | Полностью пересыхало     |                           |
| 1950-е   | 12,0                     | 87,6                      | 17,0                     | 45,0                      | 1,9                      | -                         |

Продолжение таблицы 3

| 1      | 2    | 3   | 4    | 5     | 6   | 7  |
|--------|------|-----|------|-------|-----|----|
| 1960-е | 15,0 | 114 | 22,2 | 85,6  | 4,0 | 10 |
| 2010-е | 19,0 | 145 | 25,0 | 102,8 | 3,6 | 9  |

Были приняты меры по систематической искусственной переброске излишков озерных вод:

– с 1958 г. – из оз.Первое, далее в р.Миасс;

– с 1965 г. – из оз.Смолино в соседние озера Синеглазово, Курочкино и бассейн р.Миасс;

– с 1965 г. – из оз.Курочкино в соседнее Половинное, далее бассейн р.Чумляк;

– с 2018 г. по настоящее время осуществляется перекачка воды из переполненного Смолино в обмелевшее Курочкино.

Многолетнее поступление стоков в Первое, Смолино, Курочкино привело к изменению величины минерализации озерных масс (таблица 4).

Таблица 4 – Изменение минерализации водных масс

| Годы   | Оз. Первое                       |                | Оз. Смолино                      |          | Оз. Курочкино                    |          |
|--------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
|        | Минерализация, г/дм <sup>3</sup> | Тип воды       | Минерализация, г/дм <sup>3</sup> | Тип воды | Минерализация, г/дм <sup>3</sup> | Тип воды |
| 1930-е | 15                               | Cl-Mg          | 8-12                             | Cl-Na    | Пересыхало полностью             |          |
| 1960-е | 1                                | Cl-Na<br>Cl-Ca | 4                                | Cl-Na    | 4                                | Cl-Na    |
| 2010-е | 0,9                              | Cl-Na<br>Cl-Ca | 1,5-1,8                          | Cl-Na    | 8-20                             | Cl-Na    |

В озерах Первое и Смолино произошло опреснение вод; в Курочкино водные массы осолонились (с 2008 г. прекратился сброс шахтных вод в связи с закрытием угольных предприятий г. Копейска). Из таблицы 4 видно, что несмотря на существенное изменение минерализации озера сохранили характерный для них хлоридный класс.

В настоящее время Первое, Смолино испытывают преимущественно техногенную нагрузку (аэральную, точечную стоковую и рассеяно-стоко-

вую) по тяжелым металлам – в Челябинске расположено 8 крупных предприятий черной и цветной металлургии. В водах Курочкино наблюдается вторичное загрязнение – поступление тяжелых металлов из донных осадков.

Содержание микроэлементов в период 2019 г. показано в таблице 5.

По результатам анализов содержания тяжелых металлов в воде отмечено превышение ПДК для ряда элементов:

– по марганцу: Первое (от 3,2 до 7,5 ПДК); Смолино (от 3 до 4,9 ПДК); Курочкино (от 2,3 до 4,2 ПДК);

– по цинку: Первое (от 3,2 до 6,6 ПДК); Смолино (от 4,3 до 5,1 ПДК); Курочкино (от 2,8 до 3,5 ПДК);

– по меди: Первое (от 2,4 до 3,4 ПДК); Смолино (от 1,8 до 2,8 ПДК); Курочкино (от 1,6 до 5,1 ПДК).

Таблица 5 – Тяжелые металлы в воде озер<sup>1</sup>, 2019 г., мг/дм<sup>3</sup>, центральная зона, поверхность

| Элемент/<br>ПДК, мг/дм <sup>3</sup> | Сезон    | Оз. Первое    | Оз. Смолино   | Оз. Курочкино |
|-------------------------------------|----------|---------------|---------------|---------------|
| Железо общее<br>(0,10)              | март     | 0,080         | 0,020         | 0,04          |
|                                     | сентябрь | 0,020         | 0,030         | 0,030         |
| Марганец (0,01)                     | март     | <b>0,075</b>  | <b>0,049</b>  | <b>0,042</b>  |
|                                     | сентябрь | <b>0,032</b>  | <b>0,030</b>  | <b>0,023</b>  |
| Цинк (0,01)                         | март     | <b>0,032</b>  | <b>0,043</b>  | <b>0,028</b>  |
|                                     | сентябрь | <b>0,066</b>  | <b>0,0510</b> | <b>0,0351</b> |
| Медь (0,001)                        | март     | <b>0,0024</b> | <b>0,0028</b> | <b>0,0016</b> |
|                                     | сентябрь | <b>0,0034</b> | <b>0,0018</b> | <b>0,0051</b> |
| Никель (0,01)                       | март     | 0,0032        | 0,0018        | 0,0098        |
|                                     | сентябрь | 0,0052        | 0,0016        | 0,0081        |
| Свинец (0,006)                      | март     | 0,0012        | 0,0013        | не обнаружен  |
|                                     | сентябрь | 0,0012        | 0,0012        | не обнаружен  |

<sup>1</sup>Во всех озерах хром и кадмий не были обнаружены

В период 2019 г. по марганцу, цинку и меди в данных водоемах отмечаются устойчивые превышения рыбохозяйственных ПДК.

Во всех озерах максимальные концентрации марганца регистрируются в подледный период; максимум цинка отмечен в период открытой воды; наибольшие значения меди фиксируются в озерах Первое и Смолино зимой, в Курочкино – осенью.

В указанные озера биогенные вещества (соединения азота и фосфора) преимущественно попадают со сбросом сточных вод (Первое, Смолино), поверхностным стоком с водосборной площади; также не исключена регенерация (возврат ранее поступивших веществ из донных отложений) в условиях острого недостатка растворенного кислорода.

Содержание биогенных веществ в период 2019 г. приведено в таблице 6.

Таблица 6 – Биогенные элементы в воде озер, 2019 г., мг/дм<sup>3</sup>, центральная зона, поверхность

| Элемент / ПДК, мг/дм <sup>3</sup> | Сезон    | Оз. Первое   | Оз. Смолино  | Оз. Курочкино |
|-----------------------------------|----------|--------------|--------------|---------------|
| Азот аммонийный (0,40)            | март     | 0,390        | <b>0,620</b> | <b>1,14</b>   |
|                                   | сентябрь | 0,050        | 0,110        | <b>2,85</b>   |
| Азот нитритный (0,020)            | март     | <b>0,032</b> | <b>0,023</b> | 0,011         |
|                                   | сентябрь | 0,004        | 0,011        | 0,007         |
| Азот нитратный (9,1)              | март     | 3,941        | 1,248        | 0,444         |
|                                   | сентябрь | 2,80         | 1,01         | 0,374         |
| Азот минеральный (0,3)            | март     | <b>4,363</b> | <b>1,891</b> | <b>1,595</b>  |
|                                   | сентябрь | <b>2,854</b> | <b>1,131</b> | <b>3,231</b>  |
| Фосфор общий (0,01)               | март     | <b>0,272</b> | <b>0,207</b> | <b>0,056</b>  |
|                                   | сентябрь | <b>0,081</b> | <b>0,027</b> | <b>0,047</b>  |

Из таблицы 6 видно, что максимальные концентрации биогенных элементов отмечаются в основном в подледный период. Отмеченные значения минерального азота и общего фосфора значительно превышают критический уровень для активизации роста макрофитов и «цветения» вод.

Согласно таблице Оксуюк, Столберг, воды озер Первое, Смолино и Курочкино соответствуют третьей степени «цветения» воды (умеренное). Для этой степени развития характерны: образование слоя всплывающих сине-зеленых водорослей, приблизительная биомасса водорослей 5-10 г/м<sup>3</sup>; значительное ухудшение качества воды, высокая биопродуктивность водоема.

Наибольшее количество фосфора имеют поверхностные воды Смолино и Первое. Эти озера длительное время были включены в технологический цикл водоснабжения-водоотведения некоторых челябинских предприятий.

По данным таблицы 7, превышение ПДК по соединениям азота (в пересчете на ионы аммония, нитрит-ионы, нитрат-ионы) составляет:

– по катиону аммония: Смолино (1,5 ПДК в марте); Курочкино (от 2,8 до 7,1 ПДК);

– по нитрит-аниону: Первое (1,3 ПДК в марте).

Согласно таблице 7, наивысшие концентрации биогенных соединений отмечены:

– в Курочкино в период открытой воды (поступление их происходит с выносом из донных осадков в условиях жесткого недостатка кислорода в воде);

– в Смолино и Первое в подледный период, т.е. в период концентрирования при ледообразовании и замедленного биологического обмена веществ. Также поступление биогенных веществ в озера связано со сбросом сточных вод.

Таблица 7 – Биогенные соединения в воде озер, 2019 г., мг/дм<sup>3</sup>, центральная зона, поверхность

| Элемент/<br>ПДК / мг/дм <sup>3</sup> | Сезон    | Оз. Первое | Оз. Смолино  | Оз. Курочкино |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------|---------------|
| <i>1</i>                             | <i>2</i> | <i>3</i>   | <i>4</i>     | <i>5</i>      |
| Ион-аммония<br>(0,52)                | март     | 0,502      | <b>0,798</b> | <b>1,468</b>  |
|                                      | сентябрь | 0,064      | 0,1416       | <b>3,670</b>  |

Продолжение таблицы 7

| 1                     | 2        | 3            | 4     | 5     |
|-----------------------|----------|--------------|-------|-------|
| Нитрит-ион<br>(0,080) | март     | <b>0,105</b> | 0,075 | 0,036 |
|                       | сентябрь | 0,013        | 0,036 | 0,022 |
| Нитрат-ион<br>(40,0)  | март     | 17,44        | 5,52  | 1,96  |
|                       | сентябрь | 12,39        | 4,47  | 1,65  |

Прозрачность по белому диску в период открытой воды 2019 г. в изученных озерах невысока и практически не превышает 2 м; трофический статус всех озер (по Карлсону, 1977) представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Трофический тип озер по летней прозрачности, поверхностной средней концентрации фосфора общего, TSI, 2019 г.

| Озеро     | Прозрачность,<br>центр |     | Концентрация общего<br>фосфора |     | TSI и тип           |
|-----------|------------------------|-----|--------------------------------|-----|---------------------|
|           | м                      | TSI | мг/м <sup>3</sup>              | TSI |                     |
| Первое    | 2,1                    | 49  | 176                            | 78  | 64, эвтрофный       |
| Смолино   | 0,9                    | 68  | 117                            | 72  | 70, сильноэвтрофный |
| Курочкино | 1,4                    | 56  | 51                             | 61  | 59, слабоэвтрофный  |

В период 2019 г. органическое вещество в исследованных водоемах содержалось в относительно небольшом количестве (см. таблица 9 на с.32).

В целом, загрязнение органикой для всех озер нехарактерно.

Несмотря на повышенные значения бихроматной окисляемости (Первое и Смолино около 2,5 ПДК, Курочкино около 10 ПДК), перманганатная окисляемость находится ниже фоновых значений (Первое и Смолино); в Курочкино превышение ПДК по ПО составляет 1,8.

Цветность также несколько выше нормы (20°) для питьевых водоемов и изменяется в диапазоне 31-39°.

Таблица 9 – Показатели, характеризующие содержание органического вещества в воде озер (период открытой воды, центральная зона, поверхностный горизонт)

| Показатели/ ПДК   | Оз. Первое  | Оз. Смолино | Оз. Курочкино |
|---|-------------|-------------|---------------|
| Взвешенное вещество, мг/дм <sup>3</sup>   | 8           | 6           | 9             |
| Цветность, градусы (20° для питьевых водоемов)  | 31          | 33          | 39            |
| Перманганатная окисляемость (ПО), мг О/дм <sup>3</sup> (до 10,0 для стоячих водоемов) | 6,0         | 4,0         | <b>17,9</b>   |
| Бихроматная окисляемость (БО), мг О/дм <sup>3</sup> (15,0)                            | <b>30,8</b> | <b>36,3</b> | <b>148,3</b>  |
| Отношение ПО к БО, %  | 19,5        | 11,0        | 12,0          |

Загрязненность озерных вод по ИЗВ рассчитывалась нами по шести элементам (цинк, азот нитритный, железо общее, химическое потребление кислорода (БО), азот нитратный, фосфор общий).

Для проведения сравнения качества озерных вод и определения динамики изменения качества воды в озерах нами использованы данные, полученные расчетным путем (таблица 10). Для расчета брались исходные лабораторные анализы.

На основании табличных данных ниже дается описание исследованных озер.

Таблица 10 – Индекс загрязненности вод (ИЗВ) для озер юго-восточных окрестностей Челябинска в 2019 г. (центральная зона, поверхность)

| Наименование вещества /показателя | Концентрации сезонные в ПДК |          |             |          |               |          |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------|-------------|----------|---------------|----------|
|                                   | Оз. Первое                  |          | Оз. Смолино |          | Оз. Курочкино |          |
|                                   | март                        | сентябрь | март        | сентябрь | март          | сентябрь |
| <i>I</i>                          | <i>2</i>                    | <i>3</i> | <i>4</i>    | <i>5</i> | <i>6</i>      | <i>7</i> |
| Цинк                              | 3,20                        | 6,60     | 4,30        | 5,10     | 2,80          | 3,51     |
| Азот нитритный                    | 1,60                        | 0,20     | 1,15        | 0,55     | 0,55          | 0,36     |
| Железо общее                      | 0,80                        | 0,20     | 0,20        | 0,30     | 0,40          | 0,30     |
| Бихроматная окисляемость          | 2,16                        | 2,05     | 2,65        | 2,42     | 12,30         | 9,89     |
| Азот нитратный                    | 0,43                        | 0,30     | 0,13        | 0,11     | 0,05          | 0,04     |

*Продолжение таблицы 10*

| <i>1</i>                              | <i>2</i>              | <i>3</i>              | <i>4</i>              | <i>5</i>              | <i>6</i>     | <i>7</i>     |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| Фосфор общий                          | 1,36                  | 0,40                  | 1,04                  | 0,14                  | 0,28         | 0,24         |
| Сумма                                 | 9,55                  | 9,76                  | 9,47                  | 8,62                  | 16,4         | 14,3         |
| Величина ИЗВ                          | 1,59                  | 1,62                  | 1,58                  | 1,44                  | 2,73         | 2,39         |
| Класс качества воды                   | III                   | III                   | III                   | III                   | IV           | IV           |
| Оценка качества (характеристика воды) | Умеренно-загрязненные | Умеренно-загрязненные | Умеренно-загрязненные | Умеренно-загрязненные | Загрязненные | Загрязненные |

В марте 2019 г. в воде озера Первое, в центре водоема ИЗВ был равен 1,59 – III класс, умеренно-загрязненная вода (цинк – 3 ПДК, азот нитритный – 2 ПДК, БО – 2 ПДК, фосфор общий – 1 ПДК), в сентябре 2019 г. ИЗВ равен 1,62 – III класс, вода умеренно-загрязненная (содержание цинка – 7 ПДК, БО – 2 ПДК, снизилось содержание фосфора), в целом качество воды осталось без изменения.

В марте 2019 г. в воде Смолино, в центре водоема ИЗВ был равен 1,58 – III класс, умеренно-загрязненная вода (цинк – 4 ПДК, азот нитритный – 1 ПДК, БО – 3 ПДК, фосфор общий – 1 ПДК), в сентябре 2019 г. ИЗВ равен 1,44 – III класс, вода умеренно-загрязненная (содержание цинка – 5 ПДК, БО – 2 ПДК, снизилось содержание фосфора), в целом качество воды осталось на прежнем уровне.

В марте 2019 г. в воде Курочкино, в центре водоема ИЗВ был равен 2,73 – IV класс, загрязненная вода (цинк – 3 ПДК, БО – 12 ПДК), в сентябре 2019 г. ИЗВ равен 2,39 – IV класс, вода загрязненная (содержание цинка – 4 ПДК, БО – 10 ПДК), в целом качество воды осталось без изменения.

Таким образом, по уровню загрязнения озера юго-восточных окрестностей Челябинска можно подразделить на следующие группы:

- Первое и Смолино – умеренно-загрязненные воды, III класс качества;
- Курочкино – загрязненные воды, IV класс качества.

К сожалению, качество воды в озерах не позволяет говорить о безопасном отдыхе на водоемах.

#### Выводы по второй главе

Вмешательство человека в естественный режим привело к перестройке морфометрических и гидрохимических параметров рассматриваемых водоемов.

На современном этапе в водах Смолино и Первое наблюдается опреснение, в Курочкино – осолонение водных масс. Во всех озерах сохраняется хлоридный класс воды.

Согласно таблице Оксийук, Столберг, воды озер Первое, Смолино и Курочкино соответствуют третьей степени «цветения» воды (умеренное).

В период 2019 г. индекс TSI по фосфору и прозрачности в воде озер изменяется в диапазоне 59-70, что соответствует водоемам эвтрофного типа.

Основная группа веществ, существенно оказывающие негативное влияние на формирование качества воды – цинк и органическое вещество. Индекс загрязнения воды (ИВЗ) в 2019 г. в Смолино и Первое изменяется в пределах 1,4-1,6 и соответствует водам III класса качества, в Курочкино – ИВЗ в пределах 2,4-2,7; IV класс качества воды.

## ГЛАВА 3. РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНОГО УЧИТЕЛЯ

### 3.1 Изучение озера во время экскурсии

В школьном курсе географии проблема формирования гидрологических знаний, связанных с озерами, двойка. Озеро с точки зрения методики обучения – это понятие. С позиции физико-географической науки озеро – объект природы. Поэтому возникает настоятельная необходимость обучающей работы по усвоению знаний по теме «Озера» (на материале географии пятого или шестого класса) в рамках:

- школьного занятия во внеурочное время (практическая работа на местности в форме учебной экскурсии на озеро ближайшего окружения);
- традиционного урока (формирование понятия озера при условии его единства с представлениями памяти и воображения);
- школьного кружкового занятия (экскурсия на местный водоем с членами географического кружка);
- домашнего задания. Может быть предусмотрена и такая форма работы, как самостоятельное изучение озера в ближайших окрестностях школы [77].

Комплексный подход направлен на разрешение указанного противоречия в организации процесса обучения школьников. Основная идея его заключается в органичном сочетании учения на уроке с внеурочной работой. Такой подход ориентирован на личность подростка, его потребности, интересы, ценности. Ослабление внимания к одной из выше перечисленных форм организации учебного процесса отрицательно отражается на результатах деятельности учителя и обучающихся в целом. Взаимосвязь главных форм организации учебно-воспитательной работы при формировании гидрологических знаний (на примере озера) должна быть подчинена логике процесса обучения [16].

Проведение учебной экскурсии на водоем до изучения темы «Озера» - оптимальный вариант. Дидактическая цель такой экскурсии – накопление представлений у учащихся и формирование умений (приемы использования приборов и инструментов, приемы работы на местности, работа с полевым дневником). В этом случае на уроке по теме надо опираться на представления, полученные на местности, на материалы проведенной экскурсии, а также на результаты наблюдений за погодой.

Экскурсия на озеро ценна тем, что ученики познакомятся с простейшими методами научных наблюдений. Также экскурсия может дать многое в понимании связей между природой и хозяйственной деятельностью человека.

Учебные экскурсии в 5 или 6 классе в зависимости от предметной линии учебника являются первыми географическими экскурсиями. Перед выходом на местность необходимо объяснить школьникам значение экскурсий для изучения географии, цель и задачи лимнологической экскурсии; рассказать о местности ее проведения и объекте, который будет изучен; целесообразно показать маршрут на схематическом плане местности. Ребятам надо также сказать о том, что они должны взять с собой из оборудования, как одеться и т.п. Для подготовки к полевой работе необходимо не только показать, но и провести обучающую работу по усвоению приемов использования приборов и инструментов (с термометром, диском Секки и др.). Под руководством учителя дети должны заранее приготовить полевой дневник: написать план, по которому будет изучаться объект – местное озеро, и оставить место для записи получения о нем данных. Затем – познакомить с приемами работы в полевых условиях. Целесообразно показать уже оформленные материалы по экскурсиям предыдущих лет, которые обычно имеются в кабинете географии.

На этом этапе определяются также (если в этом есть необходимость) помощники учителя из взрослых (классный руководитель или старшеклассники, родители и др.).

Порядок проведения экскурсии следующий. По прибытии к месту назначения преподаватель напоминает обучающимся (или спрашивает в порядке напоминания) цель и задачи экскурсии, объясняет, почему именно сюда обучающиеся пришли, дает соответствующие объяснения, указывает объект – местный водоем, который должен быть изучен школьниками.

Не должно быть экскурсии, во время которой учитель собирает вокруг себя ребят, называет и показывает природный объект и считает, что экскурсия проведена. Не должно быть также экскурсии, на которых учитель, переоценивая возможности обучающихся, на географической экскурсии предлагает им все задания выполнить самостоятельно. Для ребят само окружение, т.е. пребывание вне школьного кабинета, является новым условием для работы. Поэтому первые экскурсии по начальному курсу физической географии должны носить преимущественно обучающий характер.

Оптимальный вариант организации деятельности обучающихся – это работа по эталону, показанному учителем. После подготовки в кабинете педагог на местности рассказывает об объекте – озере. При ознакомлении с ним учитель применяет термины, которыми обозначается понятие, и объясняет, почему водоем называется озером, а не рекой. Иначе говоря, на объекте – местном озере показывает существенные признаки понятия (которые будут формироваться у школьников при изучении соответствующей темы) и одновременно – индивидуальные, свойственные только местному водоему. Прием изучения и описания озера дан в таблице 11. При исследовании озера необходимо опираться на краеведческую лимнологическую литературу [4, 26, 28]. Можно использовать дистанционные методы и справочные ресурсы сети Интернет

по изучению размеров и режима водоема (приложение 1, 2). На каждом этапе работ ребята должны обязательно проводить фотофиксацию.

Таблица 11 – Приемы работы (План описания и действия едины для местного озера)

| План   | Действия, соответствующие пунктам плана  |
|--|--|
| 1. Общая характеристика местности; особенности режима местных озер | 1. С наиболее удобной точки осмотреть постоянный учебный полигон для экскурсии:<br>а) определить, в какой стороне относительно вас расположен водоем; б) изобразить это на чертеже с помощью условных знаков; в) назвать водоем: природный или искусственный.<br>Указать, в какой форме рельефа расположен, как связаны между собой; назвать происхождение котловины озера.<br>Используя краеведческие источники информации из сети Интернет, кратко охарактеризовать особенности гидрологического режима озер по сезонам года (источники питания, колебания уровня и минерализации, ледовый и термический режим). |
| 2. Описание озера  | 2. Небольшое озеро изучают полностью. Если оно большое, то составляют описание той части, которую можно видеть, находясь на берегу:  |
| а) форма и размеры   | а) форму и размеры (длина береговой линии, протяженность, уровень воды) определить дистанционно; для проведения измерений и наблюдений создать гидрологический пост (выбирается на береговой линии водоема и оборудуется мостком); здесь измерить самодельным лотом (веревкой с грузом) глубину для характеристики прибрежной части озера, водомерной рейкой определить величину уровня воды (в озере он меняется реже); зимой для изучения прозрачности, глубины, уровня можно использовать пешню;  |
| б) особенности берегов   | б) осмотром по периметру береговой линии устанавливается, впадает или вытекает река (ручей); характер берегов (крутизна склонов, состав горных пород);   |
| в) свойства воды   | в) на гидрологическом посту: измерить температуру поверхностного слоя воды и температуру окружающего воздуха, сравнить; определить прозрачность воды с помощью белого диска, выполнить отбор пробы воды с помощью емкости 1,5-2 л на определение запаха, мутности и солености (сухой остаток); в условиях зимы измерить толщину льда озера и высоту снежного покрова;  |
| г) тип грунта дна  | г) в исследуемой точке береговой линии следует определить преобладающий тип грунта на дне;   |
| д) водная растительность   | д) в исследуемой точке береговой линии указать на наличие или отсутствие водной растительности, по возможности ее тип (подводная или надводная, виды растений), а также указать уникальные особенности участка (наличие островов, притопленных деревьев и т.д.);   |
| е) использование человеком, изменение, охрана                      | е) сведения об использовании, изменении озера (определить основные источники загрязнения вод), меры по охране получают при осмотре береговой линии и из устных сообщений с местными жителями, а также из краеведческих источников.   |

Также учитель показывает прием выполнения практической работы и проверяет, насколько школьники его поняли (спрашивает двух-трех ребят), затем напоминает о том, что должно быть записано в полевом дневнике (таблица 12).

Таблица 12 – Форма полевого дневника

| План описания озера соответствует плану работ на местности         | Местное озеро №1 | Местное озеро №2 | Местное озеро №3 |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Заполняются во время экскурсии                                     |                  |                  |                  |
| 1. Общая характеристика местности; особенности режима местных озер |                  |                  |                  |
| 2. Описание озера  |                  |                  |                  |
| а) форма и размеры   |                  |                  |                  |
| б) особенности берегов   |                  |                  |                  |
| в) свойства воды   |                  |                  |                  |
| г) тип грунта дна  |                  |                  |                  |
| д) водная растительность   |                  |                  |                  |
| е) использование человеком, изменение, охрана                      |                  |                  |                  |

В заключение экскурсии преподаватель кратко подводит итоги, анализирует работу отдельных обучающихся, отмечая степень их участия в работе по изучению озера. Здесь же говорит о ходе дальнейшей деятельности над собранным полевым материалом.

Определение времени проведения экскурсии на водоем зависит от таких причин, как погода, занятость учителя и т.п. Однако главным критерием в выборе срока проведения должна быть дидактическая цель, с которой проводится лимнологическая экскурсия: накопление представлений, формирование умений, изучение проявления причинно-следственных связей на конкретном объекте – местном озере и т.д.

Все результаты измерений исследуемых параметров и описаний местного водоема необходимо накапливать. При наличии достаточного количества данных можно проводить работы по их анализу и делать

выводы о динамике развития озерного геокомплекса. Возможно также и составление прогнозов.

### 3.2 Изучение озера на уроке

Подготавливаясь к занятиям по теме «Озера», учитель должен руководствоваться, в первую очередь, знанием содержания учебного материала по изучаемой теме, необходимым при организации образовательного процесса. В таблице 13 представлен объем знаний по теме «Озера», который служит ориентиром для учителя в условиях вариативности образования, с одной стороны, и его стандартизации, – с другой.

Таблица 13 – Содержание программного материала по теме «Озера» в рамках рабочих программ учебного курса «География. 5 (6) класс» по действующим линейкам учебников [49, 56] с учетом нормативных документов

| Наполнение рабочей программы  |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| «Фундаментальное ядро содержания образования» - базовый документ.<br>Нормирует содержание учебной программы. Методологическая основа ядра содержания общего среднего образования – принципы фундаментальности и системности, традиционные для отечественной школы [70].   |  |   |  |   |
| «Концепция развития географического образования в Российской Федерации». К основным направлениям развития географического образования в предметной Концепции относится повышение практической направленности преподавания, использование информационно-коммуникационных технологий, необходимых в повседневной жизни (систем глобального позиционирования, электронных карт и геоинформационных систем) [37, 48]. |  |   |  |   |
| Инвариантная (обязательная) составляющая. Соответствует примерным программам.   | Примерная основная образовательная программа основного общего образования 5-9 классы [57]. | Единицы усвоения программного материала | Озера и их происхождение.<br>Практические работы.1.Определение координат озера на карте.2.Работа с картографическими источниками: нанесение озера.3.Описание озера своей местности.4.Изучение природного комплекса своей местности на примере озера. |   |
|   | Примерная программа по учебному предмету «География» 5-9 классы [58].                      |   | Озера. Использование карт для определения географического положения озера. Значение озера для человека, их рациональное использование.   |   |
| Вариативная (авторская) составляющая.<br>Часть содержания программы формируется авторами учебников.   |  |   |  |   |
| Автор/авторский коллектив   | Наименование учебника  | Класс                                   | Наименование издателя учебника   | Объем (детализация) материала   |
| <i>1</i>  | <i>2</i>   | <i>3</i>                                | <i>4</i>   | <i>5</i>  |
| Домогацких Е.М., Алексеевский Н.И.  | География. Начальный курс  | 6                                       | ООО «Русское слово-учебник»  | Озера проточные и бессточные [59].  |
| Лобжанидзе А.А.   | География. Планета Земля   | 5-6                                     | ОАО «Издательство «Просвещение»  | Тема «Озера» изучается в 6 классе.<br>Что такое озеро. Какими бывают озерные котловины. Какой бывает озерная вода [23]. |

Продолжение таблицы 13

| 1  | 2                            | 3   | 4                                      | 5  |
|--|------------------------------|-----|--|--|
| Алексеев А.И.,<br>Николина В.В.,<br>Липкина Е.К. и др.                           | География                    | 5-6 | ОАО<br>«Издательство<br>«Просвещение»  | Тема «Озера» изучается в 6 классе.<br>Озера, их разнообразие, зависимость размещения от климата и рельефа.<br>Виды озер. Крупнейшие пресные и соленые озера мира и нашей страны.<br>Пруды, водохранилища.<br>Практическая работа.<br>Определение по карте размеров крупнейших озер мира и России [47]. |
| Герасимова Т.П.,<br>Неклюкова Н.П.   | География.<br>Начальный курс | 6   | ООО «Дрофа»                            | Что такое озеро? Озерные котловины. Вода в озере [9].  |
| Климанова О.А.,<br>Климанов В.В.,<br>Ким Э.В. и др./ Под ред.<br>Климановой О.А. | География.<br>Землеведение   | 5-6 | ООО «Дрофа»                            | Тема «Озера» изучается в 5 классе.<br>Какую роль в природе и жизни человека играют озера? Как провести гидрологические наблюдения?<br>Тема «Озера» изучается в 6 классе.<br>Какие бывают озера? Что такое сточное озеро? [60].   |
| Летягин А.А. / Под ред.<br>Дронова В.П.  | География.<br>Начальный курс | 5   | Издательский<br>центр ВЕНТАНА-<br>ГРАФ | Озера [60].  |
| Летягин А.А. / Под ред.<br>Дронова В.П.  | География.<br>Начальный курс | 6   | Издательский<br>центр ВЕНТАНА-<br>ГРАФ | Происхождение озерных котловин [60].   |
| Дронов В.П.,<br>Савельева Л.Е. / Под ред.<br>Дронова В.П.                        | География.<br>Землеведение   | 5-6 | ООО «Дрофа»                            | Тема «Озера» изучается в 6 классе.<br>Что такое озеро. Какими бывают озерные котловины. Какой бывает озерная вода [60].  |

Наряду с предметным содержанием школьного курса географии на основной ступени обучения общего образования в программе определены психологические и возрастные характеристики учеников. В основной школе школьники овладевают элементами научного знания и учебной деятельностью. В изучении географии в школе ведущую роль играет познавательная деятельность и соответствующие ей познавательные учебные действия [58].

Основная особенность подросткового возраста – начало перехода от детства к взрослости. В возрасте 11-12 лет начинается развитие познавательной сферы, учебная деятельность приобретает черты

деятельности по саморазвитию и самообразованию, школьники начинают овладевать теоретическим, формальным, рефлексивным мышлением [75].

При изучении гидрологических знаний в начальном курсе географии учащиеся овладевают большим по сравнению с курсами школьной географии 7 и 8 класса запасом географических терминов. Необходима специальная работа учителя над развитием речи школьников. При этом надо всегда помнить, что речь учеников находится в зависимости от того, насколько они сознательно овладели, в первую очередь, содержанием понятий [16].

Как показывает анализ результатов НИКО, ВПР, ОГЭ, существенным недостатком географической подготовки школьников является слабое владение понятийным аппаратом начального курса географии и недостаточное понимание географических явлений и процессов в геосферах. В частности, наиболее низкие результаты наблюдаются в освоении учебного материала по теме «Гидросфера. Воды суши». Характер допускаемых ошибок связан, прежде всего, с несформированностью представлений у школьников общих гидрологических понятий [49].

Формирование знаний об озере происходит на основе имеющихся у учеников представлений. Они рассказывают о местном озере, которое видели во время экскурсии: впадают ли в него реки или берут в нем начало; оно соленое или пресное; какие у него берега; как оно используется человеком и т.д.

Формирование понятия «озеро» может идти индуктивно и дедуктивно. В первом варианте с помощью разных средств обучения учитель показывает школьникам несколько изображений озер. Желательно подобрать такие изображения, на которых были бы видны противоположные берега озера (т.е. его существенный признак – замкнутость котловины), разнообразие берегов (высокие, скалистые, низкие или пологие), впадающая или вытекающая из водоема река и т.д.

Школьники рассматривают озера на плане и карте, определяют их индивидуальные и существенные признаки (таблица 14).

Расчленение признаков понятия «озеро» на существенные и индивидуальные способствует правильному пониманию сущности общего понятия «озеро» и описанию конкретного объекта – местного водоема. Таким образом, подводятся к формулировке понятия «озеро» (природная котловина, заполненная водой).

Таблица 14 – Признаки понятия «озеро»

| Индивидуальные признаки  | Существенные признаки  |
|--|--|
| Маленькое или большое<br>Глубокое или мелкое<br>Пресное или соленое<br>Сточное или бессточное<br>Теплое или холодное<br>Пересыхающее или нет<br>Берега песчаные, пологие,<br>гористые, залесенные и т.д. | Замкнутый водоем (или углубление),<br>постоянно заполненная водой<br>природная котловина |

В другом варианте, сообщив обучающимся, что называется озером, учитель предлагает определить, в чем проявляется разнообразие озер в природе. Здесь также целесообразно начинать разговор с объекта ближайшего окружения – местного озера, рассказ о котором школьники могут составить на основе материалов проведенной экскурсии.

Затем ребята знакомятся с видами озер: рассматривают подобранные учителем изображения, находят озера на карте. Итогом такой работы является выделение индивидуальных признаков озер.

Для проверки понимания содержания понятия «озеро» можно предложить следующие задания по карте:

1. Являются ли озерами водоемы на р.Ангаре, Волге, Енисее, р.Маккензи? Объясните свою точку зрения.
2. Сточными или бессточными являются озера Иссык-Куль, Балхаш, Чад, Эйр? Как это определить?

3. К пресным или соленым относятся озера Байкал, Эльтон, Ладожское, Баскунчак? Как это установить?

Возвращаясь к определению рассматриваемого понятия, возможен следующий вопрос для дискуссии: если «озеро – это природное углубление...», то каким может быть его происхождение? Какие природные процессы и явления могут привести к образованию озерных котловин?

Опираясь на знания школьников видов движений земной коры, разбираются примеры образования Байкала, Каспийского моря, Сарезского озера.

Возможно также рассмотрение происхождения и других озер. В нашей стране встречаются озера ледникового происхождения. Для ряда районов характерны карстовые озера, озера-старицы и т.д. При изучении темы очень важно рассмотреть происхождение местного озера.

Если «озеро – это природная котловина, заполненная водой», то логично рассмотреть, откуда берется вода в озере. Для этого можно использовать материалы лимнологической экскурсии, разбирая с ребятами водный режим конкретного, известного им озера по следующим вопросам:

1. Какие источники питания имеет озеро?
2. Сравните их с источниками питания реки вашей местности.

Определите сходство и различия.

3. Изменяются ли источники питания по сезонам года?

4. Колеблется ли количество воды в озере в течение года? От каких причин это зависит?

Возможны вопросы и обобщающего характера:

1. В природе много котловин, различных понижений рельефа. Однако далеко не все они становятся озерами. Почему? Или:

2. Какие условия нужны, чтобы природная котловина заполнилась водой и в ней образовалось озеро? При каких условиях в озере сохраняется постоянный уровень воды?

На основе полученных знаний ребята овладевают приемом анализа изображения озер на карте, снимке, слайде, приемом правильного показа озера на карте.

Формируя вместе с другими компонентами окружающую среду, озера играют в ней особую роль. Подумайте, в чем она заключается.

В ходе беседы учитель подводит учащихся к следующим выводам:

1. Озера воздействуют на микроклимат окружающей территории и залегание грунтовых вод.
2. Регулируют сток вытекающих из них рек.
3. Изменяют в результате химических и биологических процессов состав вод.
4. Создают особые условия для жизни животных и растений.

Озера нуждаются в тщательной охране от загрязнения. Засорения и истощения. Почему? Это – опережающее задание. Чтобы подвести ребят к ответу на этот вопрос, они заслушивают подготовленные заранее краткие сообщения своих одноклассников об экологических проблемах крупных озер нашей страны, о местном озере (материал проведенной экскурсии).

В результате сообщений обучающиеся приходят к следующим выводам:

1. Интенсивность водообмена в озерах меньше, чем в других водоемах. Труднорастворимые соединения остаются в озерах, накапливаются в донных отложениях.

2. Крупные пресные озера представляют собой колоссальной мощности природные фильтры, производящие чистую воду. Замечательное свойство очищаться от вредных, несвойственных составу вод примесей эффективно лишь в том случае, если озера не перегружают сточными водами.

3. Озера чувствительно реагируют на излишнее поступление в них соединений азота и фосфора. Вода в них начинает цвести, у нее появляется неприятный вкус и запах, уменьшается ее прозрачность, масса водорослей

разлагается, опускается на дно, образуя густой коричневый осадок, уничтожая при этом кислород, от недостатка которого в озерах гибнет жизнь. Из-за увеличения слоя перегнившего ила они мелеют и постепенно зарастают. Озеро превращается в пруд, на месте которого образуется болото.

4. Загрязненные сточные воды, попадая в озеро, ведут к увеличению затрат на подготовку воды, которая используется в быту.

Таким образом, воздействие человека на озерную среду ведет к неблагоприятным, нередко необратимым изменениям. Вернуть к жизни сильнозагрязненное озеро – дело дорогостоящее и нелегкое.

В качестве домашнего задания высокомотивированные обучающиеся могут самостоятельно попытаться ответить на проблемный краеведческий вопрос: почему озера Смолино и Первое из соленых перешли в почти пресные, а озеро Курочкино, наоборот, из чуть пресного стало соленым? Происходящие процессы в воде – закономерность или аномалия?

Решение данного проблемного вопроса связано с осуществлением технологии проблемного обучения. Разрешение проблемной ситуации приведет учеников к получению новых знаний. В решении проблемы обучающимися можно выделить следующие этапы: осознание проблемы; вскрытие противоречия; формулировка гипотезы (предположения) исходя из данных условий; доказательство гипотезы; общий вывод.

Для формирования метапредметных умений можно предложить практико-ориентированные задания на примере озер юго-восточных окрестностей Челябинска (приложение 8).

При выполнении таких заданий требуется не только знание материала, но и умение логически мыслить, интуитивно находить пути и способы решения (регулятивные, познавательные, коммуникативные универсальные учебные действия).

Достижение метапредметных результатов можно осуществить с помощью кейс-метода. Кейсы предполагают альтернативную форму

получения результатов учебной работы. Чем отличается кейс от проблемной ситуации? Кейс не предлагает учащимся проблему в открытом виде, они должны вычленить ее из той информации, которая содержится в описании кейса.

Предлагаемый кейсы: «Загрязнение озер Первое и Смолино химическими веществами», «Эволюция водных масс Курочкино» можно использовать для организации учебно-исследовательской деятельности учащихся, выполняющих учебные исследования местных водоемов, - от выбора темы до представления результата.

Можно провести урок по теме «Озера» в нестандартной форме, например, урок-катастрофа (интегрированный урок по предметам «География» и «ОБЖ»). Используя возможности программы Landsat, выполнить ситуационное задание: рассчитать эвакуацию части города Челябинска при затоплении его водами Смолино и Первое.

Также можно подготовить и провести занятие по теме «Озера» с элементами квеста. На уроке предложить проблемную ситуацию: вялотекущее исчезновение прежних природных озер в окрестностях Челябинска и связь этого процесса с глобальными процессами деградации окружающей среды. Преимуществом технологии работы с квестом является осуществление активных методов обучения. Выполняя работу с квестом, ученик учится формулировать проблему, планировать свою деятельность, критически мыслить, решать сложные проблемы, самостоятельно принимать продуманные решения, брать на себя ответственность за их реализацию.

### 3.3 Изучение озера с участниками географического кружка

Второй вариант организации лимнологической экскурсии предполагает, что обучающиеся хорошо подготовлены к самостоятельной работе. Эта подготовка заключается в предварительной работе учителя в полевых условиях с теми школьниками, которые во время экскурсии

выполняют роль бригадиров в группах (число групп школьников может быть сформировано по числу изучаемых параметров озера). Применяемое распределение групп по отдельным параметрам озерной экосистемы допустимо лишь на экскурсии, которая предусмотрена планом работы географического кружка «Юный географ – краевед» (приложение 9).

Данный вид географического кружка создается на межпредметной основе. Это кружок объединяет такие науки, как физика, химия и биология. По классификации географических кружков [8], указанный относится к группе кружков, содержание которых соответствует программе школьного курса. Задачей этих кружков является совершенствование знаний и умений обучающихся, полученных на уроке. Обычно на занятиях географического кружка в форме экскурсии в зависимости от ее целей и числа обучающихся, их подготовленности сочетаются фронтальные формы работы с групповыми.

Экскурсия на ближайшее озеро с участниками кружка начинается с ознакомления их с местностью. Затем каждая группа изучает свой параметр озерной экосистемы. Первая – особенности озер своей местности по материалам доступной краеведческой литературы, вторая работает в по периметру береговой зоны озера – изучение характера берегов, характера грунта дна и особенностей водной растительности, определение величины уровня озерного зеркала, третья трудится на гидрологическом посту – определение прозрачности воды, температуры воды поверхностного горизонта и воздушной массы; отбор проб воды на гидрофизический и гидрохимический анализ, четвертая – в зоне контакта воды и суши собирает сведения об использовании, источниках загрязнения водоема и устанавливает возможные меры по его охране. Через некоторое время происходит смена исследуемых параметров. Учитель лишь наблюдает за деятельностью групп, корректирует, помогает.

На озере дополнительно к полевым методам используются дистанционные способы получения сведений (приложение 1).

Опыт показывает, что многие обучающиеся после интересной для них экскурсии с удовольствием выполняют задание: написать эссе об экскурсии. При этом проявляется их творчество и в стиле изложения (включают стихотворения), и в художественном оформлении эссе.

Сроки организации и проведения краеведческой лимнологической экскурсии в рамках географического кружка определяются учителем в зависимости от условий и объема работ на местности.

Если у учителя есть возможность в плане работы географического кружка увеличить число лимнологических экскурсий, то весьма целесообразно проводить экскурсию для учеников в пределах учебного полигона на другие водоемы, на которых они, применяя все основные знания и умения по теме «Озера», работают с большой степенью самостоятельности, расширяют и углубляют лимнологические знания, обобщают и переносят на новые озера приемы их изучения.

### 3.4 Изучение водоема при выполнении проектной работы

В средней общеобразовательной школе у обучающихся уже возникает потребность к углубленной детализации знаний об объектах. Исследовательская проектная деятельность учеников направлена на обзор научных проблем, которые носят междисциплинарный характер, являются актуальными, выходят за рамки школьных предметов.

Исследовательская проектная деятельность обеспечивает накопление научно-предметных знаний, метапредметных и исследовательских умений, развитие самостоятельности, инициативности, целеустремленности.

Представим пример изучения озера или группы озер в 7-9 классах при выполнении интегрированного исследовательского проекта, представляющего объединение естественнонаучных предметов (физики, биологии, химии, географии, экологии).

«Изучение озера (или группы озер) юго-восточных окрестностей города Челябинска на примере Смолино, Первое, Курочкино»

представляет собой исследовательский проект, требующий знаний в области краеведения, географии, физики, химии, экологии и биологии.

Наставник проекта предлагает дистанционно (приложение 1) изучить конкретное озеро или группу озер (рассчитать географические координаты местоположения, длину береговой линии, протяженность, площадь зеркала, уровень воды) и собрать информацию (приложение 2) о них по материалам электронных справочников сети Интернет (экологическое состояние и антропогенное освоение водоемов).

Далее школьники знакомятся с расположением озера или нескольких озер на карте исследуемой территории, их разнообразием; на акватории – самостоятельно определяют гидрофизические параметры (прозрачность по диску Секки, температуру воды и воздуха), исследуют гидрохимические параметры водных масс (осуществляют отбор проб воды и их доставку в специальную лицензированную лабораторию); в камеральных условиях – на основе готовых протоколов лабораторного испытания изучают качество воды по химическому составу и минерализации, определяют индекс загрязнения воды по ряду гидрохимических показателей, оценивают состояние озерной экосистемы по трофической классификации.

По итогам проектной работы могут быть подготовлены следующие продукты: анимационная презентация, стенгазета, статья для участия в конференции научного общества учащихся, доклад в рамках предметной недели, брошюра, настенный календарь и др.

Тематика индивидуальных проектных работ по региональной лимнологии представлена в приложении 10.

#### Выводы по третьей главе

Предлагаются формы учебно-воспитательной работы и способы организации познавательной деятельности обучающихся на основе комплексного естественнонаучного изучения озер. Наряду с

классическими, проверенными временем, дидактическими подходами приведены современные методические решения.

Реализация рассмотренных мероприятий имеет для школьной географии важное значение. Осуществление их будет способствовать повышению прочности знаний школьников по озерной тематике.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ литературных и электронных источников показал, что за период с начала XX века в исследовании озер наблюдается направленное развитие подходов и методик. До 1970-х гг. озеро рассматривается как водный объект. Лимнология занимается описанием водоемов и их природных свойств. С конца 1970-х гг. озеро рассматривают как водную геосистему суши. В своих исследованиях ученые акцентируют внимание на том, что озеро – единица ландшафта. На современном этапе применяется классическое изучение озер с использованием современных возможностей исследования: теоретических, дистанционных и полевых.

В исследовании озерных экосистем в условиях средней общеобразовательной школы необходимо сочетание традиционных и новых исследуемых параметров.

2. Особенности современного гидрохимического состояния озер юго-восточных окрестностей г. Челябинска заключаются в следующем:

а) Искусственно озера Смолино и Первое из бессточных превратились в периодически сточные, что не могло не отразиться на их минерализации и соотношении основных ионов воды. В настоящее время гидрохимический состав относительно стабилизировался, минерализация вод колеблется в Смолино в пределах 1-2 г/л и в озере Первое в диапазоне 700-900 мг/л.

б) С 2008 г. по 2019 г. в бессточном озере Курочкино наблюдается рост минерализации воды с 8 до 20 г/л, связанный с прекращением сбросов в озеро технически отработанных вод в связи закрытием угольной отрасли г. Копейска.

в) В настоящее время по индексу загрязнения воды (ИЗВ) Смолино и Первое соответствуют III классу качества, умеренно-загрязненные, Курочкино – IV классу качества, загрязненные.

3. По теме «Озера» в школьной географии на основе комплексного естественнонаучного изучения озер разработаны формы учебно-воспитательной работы:

– обязательное практическое занятие – учебная географическая экскурсия на конкретное озеро ближайшего окружения по формированию у обучающихся наглядно-образных представлений об озере;

– классно-урочная форма занятия по формированию у обучающихся понятия «озера»;

– внеклассное занятие географического кружка в форме лимнологической экскурсии на доступный объект изучения (озеро или группа озер);

– исследование озера или нескольких озер на местности в рамках проектной деятельности школьника по развитию понятия «озера».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алабышев, В.В. Зональность озерных отложений [Текст] / В.В. Алабышев // Известия сапропелевого комитета АН СССР. – Вып.6. – 1932. – С.1-45.
2. Алекин, О.А. Общая гидрохимия [Текст]: (Химия природных вод) / О. А. Алекин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1948. – 208 с.
3. Андреева, М. А. Озеро Смолино [Текст]: (гидрологический режим и хозяйственное использование) / М.А. Андреева, В.В. Суслин. – Челябинск: ЮУКИ, 1969. – 27 с.
4. Андреева, М.А. Озера Среднего и Южного Урала [Текст]: (Гидрологический режим и влияние на него атмосферной циркуляции) / М.А. Андреева. – Челябинск : ЮУКИ, 1973. – 270 с.
5. Антимонов, Н.А. Как измерить глубину водоема с берега [Текст] / Н.А. Антимонов // География в школе. – 1957. – №2. – С. 52-53.
6. Антимонов, Н.А. Школьные походы по изучению рек, озер и болот родного края [Текст] / А.Н. Антимонов. – Москва: Учпедгиз, 1963. – 132 с.
7. Анучин, Д.Н. Землеведение [Текст]. В 3 ч. Ч.3. Воды суши. Озера / Д.Н. Анучин. – Москва : тип. А.И. Мамонтова, 1896.
8. Барина, И.И. Внеурочная работа по географии [Текст] / И.И. Барина, Л.И. Елховская, В.В. Николина; под ред. И.И. Бариновой. – Москва: Просвещение, 1988. – 157 с.
9. Барина, И.И. География. 5-9 классы [Текст]: рабочая программа к УМК «Классическая линия» / И.И. Барина, В.П. Дронов, И.В. Душина, В.И. Сиротин. – Москва: Дрофа, 2017. – 149 с.
10. Берг, Л.С. Аральское море [Текст]: опыт физико-географической монографии / Л.С. Берг. – Санкт-Петербург : Б.и., 1908. – 580 с.
11. Богданов, В.В. Морфологические типы озер и их роль во взаимоотношении лимнических и терригенных факторов в озерном

круговороте [Текст] / В.В. Богданов // Проблемы региональной лимнологии. – Иркутск : Б.и., 1979. – С. 3-20.

12. Богословский, Б.Б. Внешний водообмен водоемов и некоторые особенности водных масс пресных озер [Текст] / Б.Б. Богословский // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Т.1. Режим озер. – Вильнюс: Б.и., 1970. – С. 237-258.

13. Богословский, Б.Б. Озероведение [Текст]: учебное пособие для университетов / Б.Б. Богословский. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1960. – 335 с.

14. Верещагин, Г.Ю. Лимнология и пути ее современного развития [Текст] / Г.Ю. Верещагин // Исследования озер СССР. – Т.1. – Ленинград: ГГИ, 1932. – С. 5-19.

15. Верещагин, Г.Ю. Методы морфологической характеристики озер [Текст] / Г.Ю. Верещагин // Труды Олонецкой научной экспедиции. – Ч. 2., вып.1. – Ленинград : ГГИ, 1930. – 115 с.

16. Герасимова, Т.П. Методическое пособие по физической географии [Текст]: 6 класс / Т.П. Герасимова, О.В. Крылова. – Москва : Просвещение, 1991. – 176 с.

17. Гидрологический ежегодник. За 1969 год [Текст] – Т. 6. – Бассейн Карского моря. – Свердловск : Уральское управление гидрометеорологической службы, 1970.

18. Голов, В.П. Полевые исследования со школьниками – необходимое условие формирования экологического типа сознания [Текст] / В.П. Голов, А.П. Новиков, И.В. Хомутова // География в школе. – 2004. – №1. – С. 46-53.

19. Григорьев, С.В. О гидрологических типах водоемах [Текст] / С.В. Григорьев // Труды пятой научной конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. – Минск : Б.и., 1959. – С. 46-55.

20. Григорьев, С.В. О некоторых определениях и показателях в озероведении [Текст] / С.В. Григорьев // Труды Карельского филиала АН

СССР. – Вып. 28. Материалы по гидрологии (лимнологии) Карелии. – Петрозаводск, 1958. – С. 29-45.

21. Диянова, О.П. Литолого-геоморфологические особенности побережий некоторых озер Южного Урала и Зауралья [Текст] / О.П. Диянова, В.В. Дерягин // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Естественные науки». – 2010. – №2. – С. 106-112.

22. Доклад о состоянии окружающей среды в 1998 г. на территории г. Челябинска [Текст] / Под общ. ред. В.Ю. Знамеровского. – Челябинск: Городской комитет экологии, 1999. – 91 с.

23. Дронов, В.П. География. Рабочие программы. Предметная линия учебников «Сферы». 5-9 классы [Текст]: пособие для учителей общеобразовательных учреждений / В.П. Дронов, Л.Е. Савельева. – Москва : Просвещение, 2011. – 176 с.

24. Ежегодник качества поверхностных вод суши на территории ФГБУ «Уральское УГМС» за 2014 г. [Текст] – Екатеринбург : ФГБУ «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», 2015. – 561 с.

25. Захаров, С.Г. Динамика и современное состояние основных геоэкологических параметров озера Смолино [Текст] / С.Г. Захаров, С.Ф. Лихачев // Вестник Челябинского государственного университета. Серия. Экология. Природопользование. – 2008. – №17, вып.3. – С. 62-68.

26. Захаров, С.Г. Мы изучаем озера [Текст]: учебно-методическое пособие для учителей общеобразовательных школ и педагогов дополнительного образования / С.Г. Захаров. – Челябинск: ЧГПУ, 2001. – 60 с.

27. Захаров, С.Г. Новые подходы и новые методы изучения озер во внеклассной работе по предмету «География» [Текст] / С.Г. Захаров, С.А. Шерстобитова, М.М. Мартынова // Астраханский вестник экологического образования. – 2018. – №6. – С. 22-28.

28. Захаров, С.Г. Озера Челябинской области [Текст]/ С.Г. Захаров. – Челябинск: АБРИС, 2010. – 128 с.

29. Захаров, С.Г. Особенности природно-техногенных водоемов окрестностей мегаполиса [Текст] / С.Г. Захаров // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды Международной научно-практической конференции (Пермь, 28-30 мая 2013 г.). – Том 2. – Химический состав и качество воды. – Пермь : Б.и., 2013. – С. 89-92.

30. Захаров, С.Г. Челябинские озера [Текст] / С.Г. Захаров // Природа и мы. – 2006. – №9. – Июль-сентябрь. – С. 6.

31. Иванов, П.В. Классификация озер мира по величине и по их средней глубине [Текст] / П.В. Иванов // Бюллетень Ленинградского государственного университета. – №21. – 1949. – С. 29-36.

32. Изучаем водоемы [Текст]: как исследовать озера и пруды / Под ред. А.А. Коробейникова, Г.А. Воробьева. – Вологда: ВГПИ, изд-во «Русь», 1994. – 148 с.

33. Инструкция для исследования озер [Текст] / Сост. чл. Постоян. комис. по изуч. озер России, состоящей при Отд-нии физ. географии; Рус. геогр. о-во. – Санкт-Петербург : тип. В.Ф. Киршбаума, 1908. – 297 с.

34. Калесник, С.В. О географической лимнологии [Текст] / С.В. Калесник // История озер Северо-Запада СССР. – Ленинград : Б.и., 1967. – С.5-7.

35. Калишев, В.Б. Ожерелье озер [Текст] / В.Б. Калишев // Врата Рифея: Сборник. Эссе, документы, справочная информация, воспоминания, хроника, рассказы, стихи (Серия «Вся Россия»). – Москва : Московский писатель, 1996. – С.61-65.

36. Китаев, С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов [Текст] / С. П. Китаев; Карельский науч. центр Российской акад. наук, Ин-т биологии. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. – 394 с.

37. Концепция развития географического образования в Российской Федерации [Электронный ресурс].– Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.edu.gov.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

38. Максимович, Г.А. Химическая география вод суши [Текст] / Г.А. Максимович. – Москва: Географгиз, 1955. – 328 с.

39. Малаев, А.В. Влияние естественных и антропогенных факторов на зарастание малых бессточных озер Восточного Зауралья [Текст]: автореферат дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 // Малаев Александр Владимирович. – Санкт-Петербург, 2009. – 23 с.

40. Марков, Е.С. О методах исследования озер [Текст]: методика лимнологии / Е.С. Марков. – Санкт-Петербург : «Герольд», 1902. – 29 с.

41. Мартюшева, А.А. Вариации гидрохимического режима озера Курочкино [Текст] / А.А. Мартюшева, С.Г. Захаров // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (20-22 мая 2014 г.). – Челябинск : Край Ра, 2014. – С. 93-96.

42. Методика обучения географии в средней школе [Текст]: пособие для учителя / Под ред. И.С. Матрусова. – Москва : Просвещение, 1985. – 256 с.

43. Муминов, М. Экскурсия к водным источникам [Текст] / М. Муминов // География в школе. – 1990. – №3. – С. 46-48.

44. Муравейский, С.Д. Очерки по теории и методам морфометрии озер [Текст] / С.Д. Муравейский // Вопросы географии. – Москва : Б.и., 1948. – Сб.7. – С. 65-100.

45. Мухачев, И.С. Акклиматизация пеляди в озерах Челябинской области [Текст] / И.С. Мухачев // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. – Том 62. Вопросы ихтиологии и гидробиологии внутренних водоемов. – Ленинград : Лениздат, 1967. – С. 90-99.

46. Мухачев, И.С. Опыт работы Челябинского рыбтреста по выращиванию пеляди в рудах и озерах [Текст] / И.С. Мухачев // Озерное и прудовое хозяйства в Сибири и на Урале. – Тюмень : Б.и., 1967. – С. 108-132.

47. Николина, В.В. География. Рабочие программы. Предметная линия учебников «Полярная звезда». 5-9 классы [Текст]: пособие для учителей общеобразовательных учреждений / В.В. Николина, А.И. Алексеев, Е.К. Липкина. – Москва : Просвещение, 2011. – 144 с.

48. О преподавании учебных предметов образовательных программ начального, основного и среднего общего образования в 2019/2020 учебном году [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.minobr74.ru/>, [www.ipk74.ru/](http://www.ipk74.ru/), свободный. – Загл. с экрана.

49. Об особенностях преподавания учебного предмета «География» в 2017/2018 учебном году [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [www.ipk74.ru/](http://www.ipk74.ru/), свободный. – Загл. с экрана.

50. Озера Карелии [Текст]: справочник / Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. – 464 с.

51. Оксьюк, О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши [Текст] / О.П. Оксьюк, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский, П.Н. Линник, М.И. Кузьменко, В.Г. Кленус // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т.29, вып.4. – С. 62-76.

52. Оксьюк, О.П. Управление качеством воды в каналах [Текст] / О.П. Оксьюк, Ф. В. Стольберг; АН УССР, Ин-т гидробиологии. – Киев : Наук. думка, 1986. – 171 с.

53. Первухин, М.А. О генетической классификации озерных ванн [Текст] / М.А. Калесник // Землеведение. – 1937. – Т.39., вып.6. – С. 526-537.

54. Петрова, Р.С. Изучение вод своей местности [Текст] / Р.С. Петрова, Г.Н. Петров // География в школе. – 1962. – №2. – С. 32-37.

55. Полежаева, С. Курочкино: итоги сезона [Текст] / С. Полежаева // Копейский рабочий. – 2019. – № 76. – 2 октября. – С. 2.

56. Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 28.12.2018 №345 «О федеральном перечне учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.edu.gov.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

57. Примерная основная образовательная программа основного общего образования. 5-9 классы. В редакции протокола №3/15 от 28.10.2015 федерального учебно-методического объединения по общему образованию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fgosreestr.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

58. Примерные программы по учебным предметам. География 5-9 классы [Текст]. – Москва : Просвещение, 2012. – 75 с. – (Стандарты второго поколения).

59. Программа курса «География. 5-9 классы» [Текст] / автор-сост. Е.М. Домогацких. – Москва : Русское слово – учебник, 2012. – 88 с.

60. Рабочие программы. География. 5-9 классы [Текст]: учебно-методическое пособие / Сост. С.В. Курчина. – Москва: Дрофа, 2016. – 416 с.

61. Садчиков, А.П. Гидробиология [Текст]: прибрежно-водная растительность: учебное пособие для студентов вузов / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. – Москва : Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.

62. Сметанич, В.С. Водохранилища как объект географического изучения [Текст] / В.С. Сметанич, Л.Я. Шапиро // География в школе. – 1965. – №4. – С. 52-58.

63. Соткина, С.А. Учебная полевая практика по гидрологии [Текст] / С.А. Соткина, А.Л. Варенов // География в школе. – 2012. – №5. – С. 37-42.

64. Справочник путешественника и краеведа [Текст]: в 2 т. / Сост. группой авторов под ред. лауреата Сталинской премии С. В. Обручева. – Москва: Гос. изд-во геогр. лит., 1949-1950. – 808 с. + 688 с.

65. Теоретические вопросы классификации озер [Текст]. – Санкт-Петербург : Наука, 1993. – 192 с.

66. Тимашева, Л.Т. Изучение озер [Текст] / Л.Т. Тимашева // География в школе. – 1972. – №3. – С. 63.

67. Тихомиров, И.А. Классификация озер умеренной зоны по термическому режиму [Текст] / И.А. Тихомиров // Труды Всесоюзного симпозиума по основным проблемам пресноводных озер. – Т.1. Режим озер. – Вильнюс : Б.и., 1970. – С. 174-185.

68. Фомин, Н.Г. Школьный водомерный пост и методика наблюдений [Текст] / Н.Г. Фомин // География в школе. – 1958. – №2. – С. 30-33.

69. Форель, Ф.А. Руководство по озероведению [Текст]: (общая лимнология) / [Соч.] д-ра Ф.А. Фореля, проф. Лозан. ун-та; пер. с нем. смотрителя за рыболовством К.П. Александрова, под ред. ст. специалиста по рыболовству И.Д. Кузнецова Г.У.З. и З. Деп. зем. – Санкт-Петербург : тип. В.Ф. Киршбаума, 1912. – 196 с.

70. Фундаментальное ядро содержания общего образования [Текст] / Под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. – Москва : Просвещение, 2014. – 69 с. – (Стандарты второго поколения).

71. Хатчинсон, Д.Э. Лимнология [Текст]: географические, физические и химические характеристики озер / Д. Хатчинсон; сокращенный перевод с английского Г. В. Цыцарпина и Г. Г. Шинкар; редакция и предисловие Л. Л. Россолимо. – Москва : Прогресс, 1969. – 591 с.

72. Хомскис, В. Динамика и термика малых озер [Текст] / В. Хомскис. – Вильнюс : Минтис, 1969. – 220 с.

73. Черняев, А.М. Ресурсы и гидрохимия шахтных вод Урала и их использование в народном хозяйстве [Текст] / А.М. Черняев, А.П. Сирман. – Челябинск : ЮУКИ, 1976. – 232 с.

74. Черняева, Л.Е. Гидрохимия озер [Текст]: Урал и Приуралье / Л.Е. Черняева, А.М. Черняев, М.Н. Еремеева. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1977. – 336 с.

75. Шаповаленко, И.В. Возрастная психология [Текст]: (Психология развития и возрастная психология) / И.В. Шаповаленко. – Москва : Гардарики, 2005. – 349 с.

76. Шешукова-Порецкая, В.С. История водоемов Зауралья на основе изучения их диатомовой флоры [Текст]: Сообщение 2. Кыштымская и Челябинская группы озер / В.С. Шешукова-Порецкая // Ученые записки Ленинградского государственного университета. Серия биологических наук. – №191, вып.40. – С. 106-162.

77. Шундеев, А.Л. Комплексный подход к изучению темы «Озера» в школе [Текст] / А.Л. Шундеев // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества: Материалы международной научно-практической конференции (Челябинск, 18-20 сентября 2019 г.). – Челябинск : Край Ра, 2019. – С. 121-126.

78. Шундеев, А.Л. Формирование гидрохимического режима озера Смолино под влиянием антропогенного фактора [Текст] / А.Л. Шундеев // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Материалы II Международной научно-практической конференции (Челябинск, 22-23 мая 2020 г.). – Челябинск : Край Ра, 2020. – С. 164-171.

79. Эдельштейн, К.К. Гидрология озер и водохранилищ [Текст]: учебник для вузов / К.К. Эдельштейн. – Москва : Перо, 2014. – 399 с.

80. Янцер, О.В. Методы полевых исследований гидрологических объектов [Текст]: учебно-методическое пособие для школьников / О.В. Янцер. – Екатеринбург г: ГОУ ДО Дворец молодежи, 2013. – 35 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Интернет-сайты для дистанционного изучения озера

*http: //www.earth.google.com* – с помощью этой программы можно рассчитать важные морфометрические показатели озера: длину береговой линии, протяженность озера, площадь озера, уровень воды.

*http: //www.esa.int* – на сайте представлены данные спутников. В отдельных случаях можно посмотреть карты температуры воды с точностью до 0,5°C, мутность вод и состояние водосбора – влажность почв, обезлесение или даже лесные пожары.

*http: //www.nasa.gov* – на сайте также информация со спутников.

*http: //www.earthexplorer.usgs.gov* – на сайте представлены спутниковые данные в полном спектральном и пространственном разрешении на примере данных Landsat.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Интернет-сайты для сбора справочной информации об озере

*http: // www.limno.org.ru* – Озера Земли. Электронный справочник.

Институт озероведения РАН

*http: // www.limno.org.ru* – Озера России. Электронный справочник.

Институт озероведения РАН

*http: // www.mineco174.ru* – Сайт министерства экологии Челябинской области. Есть информация об экологическом состоянии озер.

*http: // www/book-chel.ru* – Онлайн-энциклопедия города Челябинска. Есть сведения об озерах города.

*http: //www.chel-portal.ru* – Онлайн-энциклопедия Челябинской области. Есть сведения об озерах области.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Фотоматериалы (автор Шундеев А.Л.)



Рисунок 1 – Оз. Смолино, центр акватории, 6 марта 2019 г.



Рисунок 2 – Оз. Смолино, северо-западный сектор акватории,  
6 марта 2019 г.



Рисунок 3 – Оз. Смолино, западный берег, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 4 – Оз. Смолино, западный берег, литораль, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 5 – Оз. Смолино, Солнечный пляж, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 6 – Оз. Смолино, Солнечный пляж, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 7 – Оз. Первое, юго-западные берега, 6 марта 2019 г.



Рисунок 8 – Оз. Первое, центр акватории, 6 марта 2019 г.



Рисунок 9 – Оз. Первое, западный берег, литораль, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 10 – Оз. Первое, западный берег, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 11 – Оз. Курочкино, северные берега, 6 марта 2019 г.



Рисунок 12 – Оз. Курочкино, центр акватории, 6 марта 2019 г.



Рисунок 13 – Оз. Курочкино, северный участок водосбора,  
11 сентября 2019 г.



Рисунок 14 – Оз. Курочкино, северо-восточный берег, литораль,  
11 сентября 2019 г.

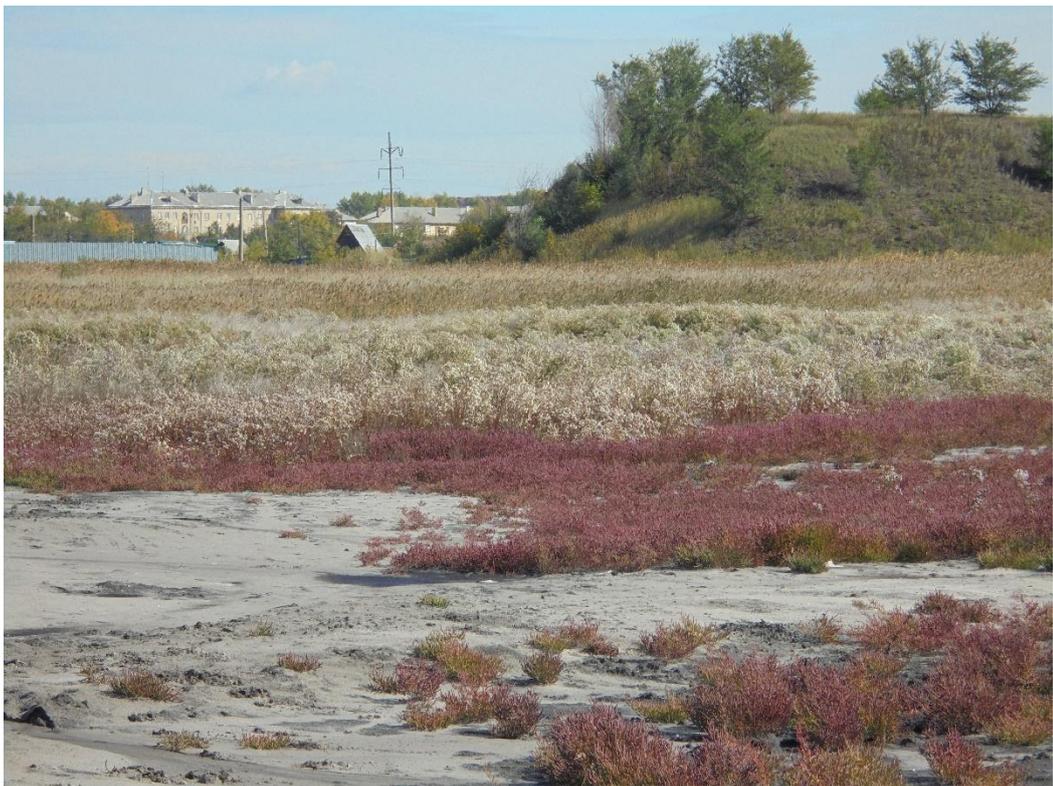


Рисунок 15 – Оз. Курочкино, северо-восточный берег, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 16 – Оз. Курочкино, северо-западный берег, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 17 – Оз. Курочкино, северный берег, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 18 – Оз. Курочкино, северный берег, 7 ноября 2020 г.



Рисунок 19 – Оз. Курочкино, северо-западные берега, 11 сентября 2019 г.



Рисунок 20 – Оз. Курочкино, северо-западные берега, 7 ноября 2020 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Результаты количественного гидрофизического и гидрохимического анализа озер Смолино, Первое, Курочкино, выполненные в Лаборатории мониторинга поверхностные вод Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральского УГМС»

Таблица 5.1 – Протокол КХА оз. Смолино

| Место отбора пробы: оз. Смолино, середина акватории, гл.0,7 м<br>Дата отбора пробы: 06.03.2019г<br>Прозрачность по диску Секки: 3 м |                   |                    |   |                                    |
|---|-------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| Определяемое вещество   | Обозначение МВИ   | Единицы изм.       | Измеренная массовая концентрация вещества | Погрешность измерения согласно МВИ |
| <i>1</i>  | <i>2</i>          | <i>3</i>           | <i>4</i>                                  | <i>5</i>                           |
| Цветность   | РД 52.24.497-2005 | Град. цвет         | 28  | ± 4                                |
| рН  | РД 52.24.495-2017 | ед. рН             | 7,87                                      | ± 0,1                              |
| Сульфаты  | РД 52.24.401-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 188                                       | ± 18                               |
| Хлориды   | РД 52.24.407-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 457,3                                     | ± 12,9                             |
| Кальций   | РД 52.24.403-2018 | мг/дм <sup>3</sup> | 84,2                                      | ± 4,2                              |
| Магний  | РД 52.24.395-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 87,5                                      | ± 7,2                              |
| Натрий + Калий  | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 302,5                                     | -                                  |
| Суммарная массовая концентрация ионов   | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 1527,7                                    | -                                  |
| Ионы аммония (азот)   | РД 52.24.486-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,62                                      | ± 0,07                             |
| Нитриты (азот)  | РД 52.24.381-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,023                                     | ± 0,007                            |
| Нитраты (азот)  | РД 52.24.380-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 1,248                                     | ± 0,12                             |
| Фосфор общий  | РД 52.24.387-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,207                                     | ± 0,017                            |
| Кремний   | РД 52.24.433-2005 | мг/дм <sup>3</sup> | 4,9                                       | ± 0,5                              |
| Железо общее (раств.)   | РД 52.24.358-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,02                                      | ± 0,008                            |
| Медь  | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,0028                                    | ± 0,0007                           |
| Цинк  | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,043                                     | ± 0,008                            |
| Марганец  | РД 52.24.467-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,049                                     | ± 0,014                            |
| Свинец  | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,0013                                    | ± 0,0011                           |
| Кадмий  | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,00                                      | -                                  |

Продолжение таблицы 5.1

| 1                     | 2  | 3                      | 4      | 5        |
|-----------------------|--|------------------------|--------|----------|
| Никель                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0018 | ± 0,0022 |
| Хром шестивалентный   | РД 52.24.446-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000  | -        |
| ХПК                   | РД 52.24.531-2016                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 39,7   | ± 5,6    |
| Перманг. окисляемость | Руководство по хим. анал. поверхн. вод-1977г | мг/дм <sup>3</sup>     | 7,4    | -        |
| Гидрокарбонаты        | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 408,2  | -        |
| Карбонаты             | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | -      | -        |
| Жесткость общая       | РД 52.24.395-2017                            | мг-экв/дм <sup>3</sup> | 11,40  | ± 0,83   |

Таблица 5.2 – Протокол КХА оз. Смолино

| Место отбора пробы: оз. Смолино, середина акватории, 0,5 м<br>Дата отбора пробы: 11.09.2019г.<br>Прозрачность по диску Секки: 0,9 м |                   |                    |   |                                    |
|---|-------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| Определяемое вещество   | Обозначение МВИ   | Единицы изм.       | Измеренная массовая концентрация вещества | Погрешность измерения согласно МВИ |
| 1   | 2                 | 3                  | 4   | 5                                  |
| Взвешенные вещества   | РД 52.24.468-2005 | мг/дм <sup>3</sup> | 6   | ± 4                                |
| Цветность   | РД 52.24.497-2005 | Град. цвет         | 33  | ± 4                                |
| рН  | РД 52.24.495-2017 | ед. рН             | 8,89                                      | ± 0,1                              |
| Сульфаты  | РД 52.24.401-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 205                                       | ± 19                               |
| Хлориды   | РД 52.24.407-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 582,6                                     | ± 18,9                             |
| Кальций   | РД 52.24.403-2018 | мг/дм <sup>3</sup> | 42,1                                      | ± 2,9                              |
| Магний  | РД 52.24.395-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 119,8                                     | -                                  |
| Натрий + Калий  | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 383,5                                     | -                                  |
| Суммарная массовая концентрация ионов   | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 1716,5                                    | -                                  |
| Ионы аммония (азот)   | РД 52.24.486-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,110                                     | ± 0,018                            |
| Нитриты (азот)  | РД 52.24.381-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,011                                     | ± 0,005                            |
| Нитраты (азот)  | РД 52.24.380-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 1,01                                      | ± 0,10                             |

Продолжение таблицы 5.2

| 1                     | 2  | 3                      | 4      | 5        |
|-----------------------|--|------------------------|--------|----------|
| Фосфор общий          | РД 52.24.387-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,027  | ± 0,006  |
| Кремний               | РД 52.24.433-2005                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 1,9    | ± 0,2    |
| Железо общее (раств.) | РД 52.24.358-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,030  | ± 0,008  |
| Медь                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0018 | ± 0,0005 |
| Цинк                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0510 | ± 0,0100 |
| Марганец              | РД 52.24.467-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,030  | ± 0,011  |
| Свинец                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0012 | ± 0,0011 |
| Кадмий                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,00   | -        |
| Никель                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0016 | ± 0,0022 |
| Хром шестивалентный   | РД 52.24.446-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000  | -        |
| ХПК                   | РД 52.24.531-2016                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 36,3   | ± 4,7    |
| Перманг. окисляемость | Руководство по хим. анал. поверхн. вод-1977г | мг/дм <sup>3</sup>     | 4,0    | -        |
| Гидрокарбонаты        | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 364,9  | -        |
| Карбонаты             | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 18,6   | -        |
| Жесткость общая       | РД 52.24.395-2017                            | мг-экв/дм <sup>3</sup> | 11,96  | ± 0,82   |

Таблица 5.3 – Протокол КХА оз. Первое

| Место отбора пробы: оз. Первое, середина акватории, гл.0,7 м |                   |                    |   |                                    |
|--|-------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| Дата отбора пробы: 06.03.2019г                               |                   |                    |   |                                    |
| Прозрачность по диску Секки: 3 м                             |                   |                    |   |                                    |
| Определяемое вещество  | Обозначение МВИ   | Единицы изм.       | Измеренная массовая концентрация вещества | Погрешность измерения согласно МВИ |
| 1  | 2                 | 3                  | 4   | 5                                  |
| Цветность  | РД 52.24.497-2005 | Град. цвет         | 28  | ± 4                                |
| рН   | РД 52.24.495-2017 | ед. рН             | 7,73                                      | ± 0,1                              |
| Сульфаты   | РД 52.24.401-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 116                                       | ± 13                               |

Продолжение таблицы 5.3

| 1                                     | 2  | 3                      | 4      | 5        |
|---------------------------------------|--|------------------------|--------|----------|
| Хлориды                               | РД 52.24.407-2017                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 290,7  | ± 10,1   |
| Кальций                               | РД 52.24.403-2018                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 80,2   | ± 5,3    |
| Магний                                | РД 52.24.395-2017                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 30,4   | ± 2,9    |
| Натрий + Калий                        | РД 52.24.514-2009                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 195,0  | -        |
| Суммарная массовая концентрация ионов | РД 52.24.514-2009                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 940,5  | -        |
| Ионы аммония (азот)                   | РД 52.24.486-2009                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,39   | ± 0,07   |
| Нитриты (азот)                        | РД 52.24.381-2017                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,032  | ± 0,008  |
| Нитраты (азот)                        | РД 52.24.380-2017                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 3,941  | ± 0,21   |
| Фосфор общий                          | РД 52.24.387-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,272  | ± 0,021  |
| Кремний                               | РД 52.24.433-2005                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 4,5    | ± 0,5    |
| Железо общее (раств.)                 | РД 52.24.358-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,08   | ± 0,01   |
| Медь                                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0024 | ± 0,0007 |
| Цинк                                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,032  | ± 0,006  |
| Марганец                              | РД 52.24.467-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,075  | ± 0,018  |
| Свинец                                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0012 | ± 0,0011 |
| Кадмий                                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,00   | -        |
| Никель                                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0032 | ± 0,0024 |
| Хром шестивалентный                   | РД 52.24.446-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000  | -        |
| ХПК                                   | РД 52.24.531-2016                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 32,5   | ± 4,9    |
| Перманг. окисляемость                 | Руководство по хим. анал. поверхн. вод-1977г | мг/дм <sup>3</sup>     | 6,0    | -        |
| Гидрокарбонаты                        | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 228,2  | -        |
| Карбонаты                             | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | -      | -        |
| Жесткость общая                       | РД 52.24.395-2017                            | мг-экв/дм <sup>3</sup> | 6,50   | ± 0,47   |

Таблица 5.4 – Протокол КХА оз. Первое

| Место отбора пробы: оз. Первое, середина акватории, гл.0,5 м.<br>Дата отбора пробы: 11.09.2019г.<br>Прозрачность по диску Секки: 2,1 м |                   |                    |   |                                    |
|--|-------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| Определяемое вещество  | Обозначение МВИ   | Единицы изм.       | Измеренная массовая концентрация вещества | Погрешность измерения согласно МВИ |
| <i>1</i>   | <i>2</i>          | <i>3</i>           | <i>4</i>                                  | <i>5</i>                           |
| Взвешенные вещества  | РД 52.24.468-2005 | мг/дм <sup>3</sup> | 8   | ± 4                                |
| Цветность  | РД 52.24.497-2005 | Град. цвет         | 31  | ± 4                                |
| рН   | РД 52.24.495-2017 | ед. рН             | 8,35                                      | ± 0,1                              |
| Сульфаты   | РД 52.24.401-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 251                                       | ± 26                               |
| Хлориды  | РД 52.24.407-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 224,6                                     | ± 8,1                              |
| Кальций  | РД 52.24.403-2018 | мг/дм <sup>3</sup> | 66,1                                      | ± 4,4                              |
| Магний   | РД 52.24.395-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 55,5                                      | -                                  |
| Натрий + Калий   | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 184,0                                     | -                                  |
| Суммарная массовая концентрация ионов  | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 947,5                                     | -                                  |
| Ионы аммония (азот)  | РД 52.24.486-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,050                                     | ± 0,018                            |
| Нитриты (азот)   | РД 52.24.381-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,004                                     | -                                  |
| Нитраты (азот)   | РД 52.24.380-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 2,80                                      | ± 0,15                             |
| Фосфор общий   | РД 52.24.387-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,081                                     | ± 0,009                            |
| Кремний  | РД 52.24.433-2005 | мг/дм <sup>3</sup> | 1,5                                       | ± 0,2                              |
| Железо общее (раств.)  | РД 52.24.358-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,020                                     | ± 0,008                            |
| Медь   | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,0034                                    | ± 0,0002                           |
| Цинк   | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,066                                     | ± 0,012                            |
| Марганец   | РД 52.24.467-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,032                                     | ± 0,011                            |
| Свинец   | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,0012                                    | ± 0,0011                           |
| Кадмий   | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,00                                      | -                                  |
| Никель   | РД 52.24.377-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,0052                                    | ± 0,0026                           |
| Хром шестивалентный  | РД 52.24.446-2008 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,000                                     | -                                  |

Продолжение таблицы 5.4

| 1                     | 2  | 3                      | 4     | 5      |
|-----------------------|--|------------------------|-------|--------|
| ХПК                   | РД 52.24.531-2016                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 30,8  | ± 4,0  |
| Перманг. окисляемость | Руководство по хим. анал. поверхн. вод-1977г | мг/дм <sup>3</sup>     | 6,0   | -      |
| Гидрокарбонаты        | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 220,3 | -      |
| Карбонаты             | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 1,5   | -      |
| Жесткость общая       | РД 52.24.395-2017                            | мг-экв/дм <sup>3</sup> | 7,87  | ± 0,52 |

Таблица 5.5 – Протокол КХА оз. Курочкино

| Место отбора пробы: оз. Курочкино, середина акватории, гл.0,7 м<br>Дата отбора пробы: 06.03.2019г.<br>Прозрачность по диску Секки: 3,4 м |                   |                    |   |                                    |
|--|-------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| Определяемое вещество  | Обозначение МВИ   | Единицы изм.       | Измеренная массовая концентрация вещества | Погрешность измерения согласно МВИ |
| 1  | 2                 | 3                  | 4   | 5                                  |
| Цветность  | РД 52.24.497-2005 | Град. цвет         | 32  | ± 4                                |
| рН   | РД 52.24.495-2017 | ед. рН             | 8,52                                      | ± 0,1                              |
| Сульфаты   | РД 52.24.401-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 1744                                      | -                                  |
| Хлориды  | РД 52.24.407-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 9748,8                                    | ± 114,2                            |
| Кальций  | РД 52.24.403-2018 | мг/дм <sup>3</sup> | 100,2                                     | ± 6,5                              |
| Магний   | РД 52.24.395-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 590,5                                     | ± 56,0                             |
| Натрий + Калий   | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 6745,0                                    | -                                  |
| Суммарная массовая концентрация ионов  | РД 52.24.514-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 19689,0                                   | -                                  |
| Ионы аммония (азот)  | РД 52.24.486-2009 | мг/дм <sup>3</sup> | 1,14                                      | ± 0,08                             |
| Нитриты (азот)   | РД 52.24.381-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,011                                     | ± 0,005                            |
| Нитраты (азот)   | РД 52.24.380-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,444                                     | ± 0,04                             |
| Фосфор общий   | РД 52.24.387-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,056                                     | ± 0,008                            |
| Кремний  | РД 52.24.433-2005 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,8                                       | ± 0,1                              |
| Железо общее (раств.)  | РД 52.24.358-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 0,04                                      | ± 0,008                            |

Продолжение таблицы 5.5

| 1                     | 2  | 3                      | 4      | 5        |
|-----------------------|--|------------------------|--------|----------|
| Медь                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0016 | ± 0,0005 |
| Цинк                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,028  | ± 0,006  |
| Марганец              | РД 52.24.467-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,042  | ± 0,013  |
| Свинец                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000  | -        |
| Кадмий                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000  | -        |
| Никель                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0098 | ± 0,0032 |
| Хром шестивалентный   | РД 52.24.446-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000  | -        |
| ХПК                   | РД 52.24.531-2016                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 184,1  | -        |
| Перманг. окисляемость | Руководство по хим. анал. поверхн. вод-1977г | мг/дм <sup>3</sup>     | 17,9   | -        |
| Гидрокарбонаты        | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 736,5  | -        |
| Карбонаты             | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 24,0   | -        |
| Жесткость общая       | РД 52.24.395-2017                            | мг-экв/дм <sup>3</sup> | 53,60  | ± 3,9    |

Таблица 5.6 – Протокол КХА оз. Курочкино

| Место отбора пробы: оз. Курочкино, середина акватории, 0,5 м<br>Дата отбора пробы: 11.09.2019г.<br>Прозрачность по диску Секки: 1,4 м |                   |                    |   |                                    |
|---|-------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| Определяемое вещество   | Обозначение МВИ   | Единицы изм.       | Измеренная массовая концентрация вещества | Погрешность измерения согласно МВИ |
| 1   | 2                 | 3                  | 4   | 5                                  |
| Взвешенные вещества   | РД 52.24.468-2005 | мг/дм <sup>3</sup> | 9   | ± 4                                |
| Цветность   | РД 52.24.497-2005 | Град. цвет         | 39  | ± 4                                |
| рН  | РД 52.24.495-2017 | ед. рН             | 9,03                                      | ± 0,1                              |
| Сульфаты  | РД 52.24.401-2006 | мг/дм <sup>3</sup> | 3664                                      | -                                  |
| Хлориды   | РД 52.24.407-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 8247,4                                    | ± 97,7                             |
| Кальций   | РД 52.24.403-2018 | мг/дм <sup>3</sup> | 68,2                                      | ± 4,5                              |
| Магний  | РД 52.24.395-2017 | мг/дм <sup>3</sup> | 696,8                                     | -                                  |

Продолжение таблицы 5.6

| 1                                     | 2  | 3                      | 4       | 5        |
|---------------------------------------|--|------------------------|---------|----------|
| Натрий + Калий                        | РД 52.24.514-2009                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 6468,8  | -        |
| Суммарная массовая концентрация ионов | РД 52.24.514-2009                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 19729,4 | -        |
| Ионы аммония (азот)                   | РД 52.24.486-2009                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 2,85    | ± 0,14   |
| Нитриты (азот)                        | РД 52.24.381-2017                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,007   | -        |
| Нитраты (азот)                        | РД 52.24.380-2017                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,374   | ± 0,037  |
| Фосфор общий                          | РД 52.24.387-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,047   | ± 0,007  |
| Кремний                               | РД 52.24.433-2005                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,5     | ± 0,1    |
| Железо общее (раств.)                 | РД 52.24.358-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,030   | ± 0,008  |
| Медь                                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0051  | ± 0,0012 |
| Цинк                                  | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0351  | ± 0,0016 |
| Марганец                              | РД 52.24.467-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,023   | ± 0,010  |
| Свинец                                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000   | -        |
| Кадмий                                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000   | -        |
| Никель                                | РД 52.24.377-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,0081  | ± 0,0030 |
| Хром шестивалентный                   | РД 52.24.446-2008                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 0,000   | -        |
| ХПК                                   | РД 52.24.531-2016                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 148,3   | -        |
| Перманг. окисляемость                 | Руководство по хим. анал. поверхн. вод-1977г | мг/дм <sup>3</sup>     | 17,9    | -        |
| Гидрокарбонаты                        | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 524,2   | -        |
| Карбонаты                             | РД 52.24.493-2006                            | мг/дм <sup>3</sup>     | 60,0    | -        |
| Жесткость общая                       | РД 52.24.395-2017                            | мг-экв/дм <sup>3</sup> | 60,75   | -        |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Методики измерения гидрофизических и гидрохимических параметров поверхностных вод, используемые в Челябинском ЦГМС –филиале ФГБУ «Уральское УГМС»

Таблица 6.1 – Гидрохимические и гидрофизические параметры и методики их измерения

| Определяемое вещество                 | Обозначение методики выполнения измерений |
|---------------------------------------|---|
| <i>1</i>                              | <i>2</i>                                  |
| Взвешенные вещества                   | РД 52.24.468-2005                         |
| Цветность                             | РД 52.24.497-2005                         |
| pH                                    | РД 52.24.495-2017                         |
| Сульфаты                              | РД 52.24.401-2006                         |
| Хлориды                               | РД 52.24.407-2017                         |
| Кальций                               | РД 52.24.403-2018                         |
| Магний                                | РД 52.24.395-2017                         |
| Натрий + Калий                        | РД 52.24.514-2009                         |
| Суммарная массовая концентрация ионов | РД 52.24.514-2009                         |
| Ионы аммония (азот)                   | РД 52.24.486-2009                         |
| Нитриты (азот)                        | РД 52.24.381-2017                         |
| Нитраты (азот)                        | РД 52.24.380-2017                         |
| Фосфор общий                          | РД 52.24.387-2006                         |
| Кремний                               | РД 52.24.433-2005                         |
| Железо общее (раств.)                 | РД 52.24.358-2006                         |
| Медь                                  | РД 52.24.377-2008                         |
| Цинк                                  | РД 52.24.377-2008                         |
| Марганец                              | РД 52.24.467-2008                         |
| Свинец                                | РД 52.24.377-2008                         |
| Кадмий                                | РД 52.24.377-2008                         |
| Никель                                | РД 52.24.377-2008                         |
| Хром шестивалентный                   | РД 52.24.446-2008                         |
| ХПК (БО)                              | РД 52.24.531-2016                         |

*Продолжение таблицы 6.1*

| <i>1</i>                         | <i>2</i>  |
|----------------------------------|---|
| Нефтепродукты                    | РД 52.24.476-2007   |
| АСПАВ                            | РД 52.24.368-2006   |
| Фенолы                           | РД 52.24.480-2006   |
| Перманганатная окисляемость (ПО) | Руководство по химическому анализу<br>поверхностных вод<br>1977 года издания. |
| Фтор                             | РД 52.24.360-2008   |
| Гидрокарбонаты                   | РД 52.24.493-2006   |
| Карбонаты                        | РД 52.24.493-2006   |
| Жесткость общая                  | РД 52.24.395-2017   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Рыбохозяйственные нормативы – ПДК поверхностных вод, используемые в Челябинском ЦГМС – филиале ФГБУ «Уральское УГМС»

Таблица 7.1 Рыбохозяйственные нормативы – ПДК

| Ингредиент            | Рыбохозяйственные ПДК, мг/л |
|-----------------------|-----------------------------|
| <i>1</i>              | <i>2</i>                    |
| Водородный показатель | 6,5-8,5 ед. рН              |
| Растворенный кислород | >4,0                        |
| Кальций               | 180                         |
| Магний                | 40                          |
| Сульфаты              | 100                         |
| Хлориды               | 300                         |
| Минерализация         | 1000,0                      |
| Азот аммония          | 0,40                        |
| Азот нитритов         | 0,020                       |
| Азот нитратов         | 9,1                         |
| Фосфаты (по фосфору)  | 0,200                       |
| Железо общее          | 0,10                        |
| Медь                  | 0,001                       |
| Цинк                  | 0,01                        |
| Никель                | 0,01                        |
| Хром шестивалентный   | 0,02                        |
| Марганец              | 0,01                        |
| Кадмий                | 0,005                       |
| Свинец                | 0,006                       |
| Фториды               | 0,75                        |
| БПК <sub>5</sub>      | 2,0                         |
| ХПК                   | 15,0                        |

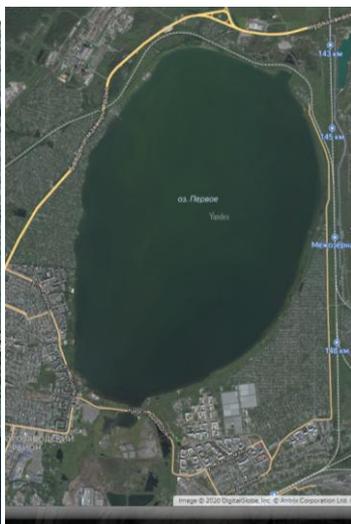
*Продолжение таблицы 7.1*

| <i>1</i>      | <i>2</i> |
|---------------|----------|
| Нефтепродукты | 0,05     |
| Фенолы        | 0,001    |
| СПАВ          | 0,1      |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### Практико-ориентированные задания

1. Составьте описание озер Смолино и Первое, используя предложенные изображения (космические снимки озер).



|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

2. Прочитайте текст об озерах Челябинска и ответьте на вопросы.

Промышленное водоотведение предприятий Челябинска начиная с 1937 г. существенно изменило водный режим озер Первое и Смолино; с 1952 г. начался непрерывный сброс шламовых вод в озеро Курочкино.

До антропогенного воздействия Первое и Смолино – соленые озера с максимальной глубиной до 2 м, а Курочкино – пресный водоем с максимальной глубиной около 1 м. В настоящее время в водах Смолино и Первое наблюдается опреснение, в Курочкино – осолонение водных масс. Назовите виды антропогенного воздействия на водоемы:

---

---

---

Происходящие процессы в воде – закономерность или аномалия?

---

---

3. Используя справочные сведения о размерах озер, сравните площадь озера Курочкино с размерами указанных объектов. Определите, на сколько площадь Курочкино отличается от площади каждого из указанных в таблице объектов. Свои расчеты запишите. Укажите и подчеркните в таблице озеро, которое имеет сопоставимую с озером Курочкино площадь. Сформулируйте вывод о соотношении площадей указанных в таблице объектов.

| Озеро     | Площадь озера, км <sup>2</sup> | Расчеты |
|-----------|--------------------------------|---------|
| Курочкино | 3,6                            |         |
| Первое    | 19,0                           |         |
| Смолино   | 25,0                           |         |
| Шелюгино  | 5,4                            |         |

4. Прочитайте внимательно в тексте сведения об озерах окрестностей Челябинска. Распределите характеристики, упомянутые в тексте, по соответствующим колонкам таблицы.

В пределах города Челябинска, в Ленинском и Советском административных районах находится озеро Смолино, в Тракторозаводском районе – озеро Первое. С юго-востока близ городской черты расположено озеро Курочкино; в административном отношении исследуемый участок относится к Копейскому городскому округу. Рассматриваемые водоемы расположены на Зауральском пенеплене, в зоне контакта уральских и западно-сибирских геологических структур. Котловины озер эрозионно-тектонического происхождения.

В настоящее время в водах Смолино и Первое наблюдается опреснение, в Курочкино – осолонение водных масс.

| Озеро | Район распространения | Происхождение | Состав воды |
|-------|-----------------------|---------------|-------------|
|       |                       |               |             |
|       |                       |               |             |
|       |                       |               |             |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

### Тематическое планирование школьного географического кружка

Таблица 9.1 – Примерный план работы географического кружка «Юный географ – краевед»

| № занятия | Содержание   | Сроки    | Форма проведения  |
|-----------|--|----------|---|
| 1         | Организационное занятие (выбор тематики, структуры кружка, обязанности членов кружка)        | Сентябрь | Вводная беседа учителя  |
| 2         | Знакомство с источниками краеведческой информации (печатные и электронные)                   | Сентябрь | Сообщения учителя и участников кружка   |
| 3         | Топонимика – наука о происхождении географических названий                                   | Октябрь  | Рассказ учителя, работа с географической картой   |
| 4         | Географические названия города и области – составление словаря местных названий, улиц города | Ноябрь   | Рассказ учителя, работа с картой города и области, электронными справочниками сети Интернет |
| 5         | Воображаемое путешествие по рекам и озерам Челябинской области                               | Декабрь  | Рассказ учителя, встреча с гидрологом   |
| 6         | Животный мир области. Подкормка птиц, животных   | Январь   | Рассказ учителя, встреча с лесником   |
| 7         | Подготовка и проведение «Недели географии»   | Февраль  | Беседа учителя, выступления участников кружка   |
| 8         | Географический вечер «Свой край люби и охраняй»  | Март     | Выступления участников кружка   |
| 9         | Подготовка к экспедиции (походу) по изучению озер Челябинска                                 | Апрель   | Рассказ учителя   |
| 10        | Поход  | Май      | Работа на местности, сбор первичных материалов  |
| 11        | Итоговое занятие   | Июнь     | Камеральная обработка материалов  |



## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

### Тематика индивидуальных проектных работ

1. Подготовка анимационной презентации «Челябинские озера».
2. Подготовка карты, отражающей размещение озер окрестностей Челябинска.
3. Изготовление коллажа на тему «Экология Челябинских озер».
4. Подготовка рекламного буклета на тему «Бережное отношение к озерам Челябинска».
5. Разработка предложений, направленных на сохранение качества озерных ресурсов на примере Смолино, Курочкино и Первое.
6. Подготовка презентации об одном из озер окрестностей Челябинска.