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

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

# Динамика ландшафтов озерных водосборов Южного Урала на примере озер Уфимское и Серебры

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

Проверка на объем заимствований:
84,72 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована
«15» 05 2026 г.
Зав. кафедрой географии, биологии и химии
_____ Малаев А.В.

Выполнил:
Студент группы ОФ-523/069-5-1
Демкин Владимир Сергеевич
_____

Научный руководитель:
кандидат географических наук, доцент
_____ Дерягин Владимир Владиславович

Челябинск
2026

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ ..... 3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ ..... 6
1.1 Понятие озерных водосборов и палинологического метода ..... 6
1.2 Физико–географическая и экологическая характеристика региона Южный Урал ..... 11
Выводы по главе 1 ..... 14
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДОСБОРОВ ОЗЕР УФИМСКОЕ И СЕРЕБРЫ ..... 16
2.1 Природно-климатические условия Карабашского городского округа ..... 16
2.2 Физико-географическая характеристика водосборов озёр Уфимское и Серебры и антропогенное воздействие ..... 22
Выводы по главе 2 ..... 31
ГЛАВА 3. ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ И ЕЁ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ..... 33
3.1 Анализ изменений ландшафтов водосборов озёр Уфимское и Серебры ..... 33
3.2 Оценка экологического состояния территорий ..... 36
3.3 Методические разработки по географии по теме исследования ..... 40
Выводы по главе 3 ..... 45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ..... 50
ПРИЛОЖЕНИЕ ..... 56

# ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

Актуальность обусловлена необходимостью изучения динамики ландшафтов озёрных водосборов в условиях возрастающего антропогенного воздействия на природные комплексы. В современном экологическом образовании обучающиеся нередко воспринимают ландшафты как полностью природные и неизменные системы, существующие в стабильном состоянии на протяжении длительного времени. Однако реальные природные комплексы постоянно изменяются под влиянием как естественных процессов, так и деятельности человека.

На примере озёр Уфимское и Серебры данная работа позволяет показать, что современные ландшафты являются результатом длительных процессов трансформации. Особенно показательным является пример мертвопокровных лесов озера Серебры, которые многими воспринимаются как естественная особенность территории, хотя их формирование связано преимущественно с антропогенным воздействием.

Актуальность работы усиливается её педагогической направленностью. Изучение природных объектов родного края на основе реальных географических исследований способствует формированию экологического мышления, исследовательских навыков и познавательного интереса обучающихся. Исследование изменений ландшафтов способствует формированию у обучающихся представления о ландшафте как о динамичной системе, подверженной постоянным преобразованиям.

Цель исследования – выявить закономерности и тенденции динамики ландшафтов водосборных бассейнов озёр Южного Урала на примере озер Уфимское и Серебры.

Задачи:

1. Изучить теоретические основы исследования динамики ландшафтов озёрных водосборов и палинологического метода.

2. Проанализировать динамику ландшафтов водосборных бассейнов озёр Южного Урала на примере озер Уфимское и Серебры и антропогенное влияние на них.

3. Оценить экологического состояния водосборов озер Уфимское и Серебры.

4. Разработать методические материалы по теме исследования для обучающихся 7-9 классов.

Объект исследования – ландшафты водосборных бассейнов озёр Уфимское и Серебры Южного Урала.

Предмет исследования – пространственно-временная динамика ландшафтных компонентов (рельефа, растительного и почвенного покрова, гидрологического режима) водосборов указанных озёр под влиянием природных и антропогенных факторов.

Методы исследования. В работе применялись следующие методы:

- изучение литературы, документов и результатов деятельности

- анализ данных – выявление ключевой информации из множества источников.

- обобщение материала – при изучении материала.

- индукция – при интерпретации палинологического и географического материала.

- сравнительно-географический – для сопоставления состояния ландшафтов в разные временные срезы.

- педагогическое проектирование – при разработке и адаптации материала для обучающихся.

Научная новизна работы

В работе по водосборам озёр Уфимское и Серебры удалось хорошо соединить старые данные и современные наблюдения. Для этого собрали разные материалы – по палинологии, литологии и геохимии. Все эти данные проанализировали вместе, а потом на основе анализа сделаны общие выводы – так получилось оценить, как и насколько быстро

меняются ландшафты. Полученные результаты введены в контекст школьного географического образования посредством разработки оригинальных методических материалов географической, краеведческой и экологической направленности.

Практическая значимость работы. Результаты исследования могут быть использованы: в практике преподавания географии в общеобразовательных организациях Челябинской области при изучении регионального компонента курса; в природоохранной деятельности органов местного самоуправления при разработке программ экологического мониторинга водосборных территорий; в работе школьных экологических и краеведческих объединений; в дальнейших научных исследованиях по ландшафтоведению и геоэкологии Южного Урала.

Структура работы: введение, 1 глава – теоретическая, состоящая из 3 параграфов, включая выводы по 1 главе, 2 глава – практическая, состоящая из 3 параграфов, включающая выводы по 2 главе, 3 глава – практикоориентированная, состоящая из 4 параграфов, включающая выводы по 3 главе, заключение, список литературы и приложение.

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ

## 1.1 Понятие озерных водосборов и палинологического метода

Озеро – природный водоём суши в естественной котловине, заполненной водными массами с замедленным водообменом и не имеющий прямой связи с морем (океаном). Образуется в случае, когда приток воды в котловину превосходит потери её на испарение, отток и фильтрацию [4, 20].

Озёрный водосбор – территория земной поверхности, с которой все поверхностные и грунтовые воды стекают в данный водоём или водоток, включая различные его притоки; это природная система, объединённая общностью водного стока и ограниченная водоразделами. Границы водосбора определяются особенностями рельефа и проходят по наивысшим точкам местности, разделяющим сток в разные гидрографические системы. [5, 10].

Ландшафт (с немецкого Landschaft, вид местности, от Land – земля и schaft – суффикс, выражающий взаимосвязь, взаимозависимость; дословно может быть переведён как «образ края») – определенная территория, однородная по своему происхождению, истории развития и которую не поделили по зональным и азональным признакам [23].

Водосборный бассейн (водосбор) – часть земной поверхности и толщи грунтов, откуда водный объект получает водное питание. Оно может быть поверхностным (в результате стекания дождевых вод, таяния снежного покрова и ледников) и подземным (при поступлении, например, грунтовых вод), поэтому все водосборы включают в себя поверхностный водосбор, откуда в водный объект (реку, озеро, водохранилище, море, океан) поступают поверхностные воды, и подземный водосбор, откуда поступают подземные воды. Внешние границы этих водосборов называют соответственно поверхностным и подземным водоразделами. В

большинстве случаев площади обоих водосборов и положение обоих водоразделов совпадают. Однако, возможно несовпадение поверхностного и подземного водоразделов. В некоторых случаях особенности геологической структуры толщи грунтов и горных пород на периферии поверхностного водосбора могут привести либо к притоку подземных вод к данному водосбору из-за его пределов, или, наоборот, к оттоку части подземных вод за пределы поверхностного водосбора. Оценить такие процессы бывает очень трудно, поэтому в большинстве случаев поверхностный и подземный водосборы принимают одинаковыми [32].

Озёрные водосборы являются важнейшими элементами географической оболочки и выступают как целостные природно-территориальные комплексы, в пределах которых тесно взаимосвязаны компоненты природы: рельеф, климат, поверхностные и подземные воды, почвы, растительность и животный мир. Их функционирование определяется круговоротом воды, веществ и энергии, что делает их удобными объектами для комплексных физико-географических и геоэкологических исследований [10].

Всю сушу Земли подразделяют на две большие части: область внешнего стока, то есть суммарные водосборы всех рек, впадающих в Мировой океан (занимает около 80 % всей суши Земли); область внутреннего стока, реки которой не дают стока в Мировой океан (20 %), такие области называют бессточными. Водосборы области внешнего стока, в свою очередь, делят на две части. Первую из них составляют водосборы рек, впадающих в Атлантический и Северный Ледовитый океаны (занимают 49 % всей суши Земли), вторую – водосборы рек, впадающих в Тихий и Индийский океаны (31 %). Эти два водосбора разделяет Главный (мировой) водораздел Земли [32].

В пределах водосборного бассейна происходят разномасштабные процессы. Бассейн представляет собой целостную область активного обмена веществом и энергией, в результате которого происходит

переформирование структуры самого бассейна и образование специфических рыхлых отложений. Следовательно, можно говорить о специфическом морфолитогенезе, то есть о процессе, происходящем в пределах водосборных бассейнов, с характерными чертами морфолитодинамики – преобразованием поверхности водосборного бассейна в результате перемещения вещества [7].

Изучение современной динамики, чаще всего, подразумевает наблюдение за современными процессами и обычно выражается в фиксировании череды состояний. Обычно динамический анализ проводится на ограниченных ключевых участках и редко выходит за рамки нескольких водосборных бассейнов. Разговор о современных процессах подразумевает описание таких явлений, как образование и переформирование ручейковой сети, оврагообразование, склоновые процессы, локальные переформирования русла и прочие, что протекают на глазах у исследователя и которые можно наблюдать, измерять и следить за сменой состояний, происходящих в пределах водосборных бассейнов. Исторические интервалы времени позволяют изучать функционирование водосборных бассейнов на больших по охвату территориях. Это деформации в руслах рек и временных водотоков, изменение типов склонов и русловых процессов. При этом развитие элементов водосборных бассейнов не приводит к заметному изменению характера процесса в пределах всего изучаемого объекта. Геологические интервалы времени определяют эволюционные тенденции в жизни рассматриваемых объектов – зарождение и исчезновение водосборных бассейнов, заложение рисунка гидрографической сети, формирование базисов эрозии и т. д. При этом в фокус внимания попадают генезис, время возникновения, этапы развития водосборных бассейнов. Процесс как таковой нельзя наблюдать непосредственно, происходит его восстановление по косвенным морфологическим признакам или анализу рыхлых отложений [7].

Итак, озёра с их водосборными бассейнами – целостные природные комплексы с взаимосвязанным рельефом, климатом, водами, почвами, флорой и фауной; водосборы питают водоёмы поверхностными и подземными стоками. Их изучение помогает увидеть в динамике природные процессы –локальные изменения русел и склоновые явления, а также эволюцию гидрографической сети, формирование и исчезновение самих водосборных бассейнов.

Понятие палинологического метода (спорово-пыльцевой анализ)

Спорово-пыльцевой анализ – один из методов палеоботаники, находящий широкое применение в области геолого-географических исследований, в стратиграфии и прикладной геологии, при поисковых и разведочных работах, в палеофлористике [38].

Палинологический или спорово-пыльцевой анализ применяется для реконструкции растительного покрова и климата прошлых эпох. Кроме этого, палинологический анализ может служить инструментом для установления стратиграфических границ в геологических разрезах и археологических раскопах [2, 37].

Донные отложения озер – продукт процессов самоочищения, протекающих в водной массе. С процессами седиментации связано экологическое состояние водоемов. При значительном поступлении в озеро взвешенного и растворенного органического вещества снижается прозрачность воды, но возрастает удаление сестона на дно, что ведет к заполнению котловины озера отложениями, уменьшению средней глубины водоема и повышению показателя открытости (отношение площади зеркала озера к его средней глубине). При этом усиливается влияние водосбора и внешних природных факторов (в частности, ветрового волнения) на водную толщу непосредственно через поверхность водоема. Увеличивается перемешиваемость водных масс, изменяются условия их стратификации, меняется характер седиментации, перераспределение осадков по дну водоема, в свою очередь, вызывая изменения формы

котловины озера и его морфометрических параметров. С уменьшением объема вод озера растет воздействие на лимносистему стока с ее водосбора. Следует указать, что влияние водосбора на мелкие озера больше, чем на крупные глубоководные, так как объем и концентрация поступающих с водосбора веществ пропорционально возрастают по отношению к малым глубинам и объемам озерных вод. Такие озера быстрее заполняются наносами и меняют морфометрические параметры [1, 3, 39].

Объектами палинологического анализа являются палиноморфы – это пыльца покрытосеменных и голосеменных растений, а также споры растений и грибов, растительные устьица, остатки клеток водорослей, микроскопические остатки животных (например, яйца тихоходок) и другое [1, 2, 37].

В 1944 году термин «палинология» был предложен английскими палеоботаниками Х. Хайд и Д. Уильямс и шведским геологом Эрнстом Антевсом, которые взяли за основу греческое слово pale – «пыль» [12].

Палинология включает в себя широкий спектр различных научных направлений, таких как палинология ископаемых пыльцы и спор, мелиттопалинология (изучение состава перги и пыльцы в мёде), палинотаксономия (сравнительно-палиноморфологические исследования), врачебная палинология (выяснение причин возникновения некоторых видов аллергий), судебная палинология (применение спорово–пыльцевого анализа в криминалистике). Термин же «палинологический (спорово-пыльцевой) анализ» закрепился за методом исследования ископаемых палиноморф в геологических отложениях [26, 37].

Сегодня спорово-пыльцевой анализ является одним из наиболее значимых методов реконструкции палеорастительности и природной среды прошлого в целом. Среди преимуществ палинологического метода следует назвать следующие:

– пыльцевые зерна лучше сохраняются и могут быть найдены в отложениях, где остальные ископаемые подвергаются диагенетическим преобразованиям;

– растения продуцируют пыльцу в огромных количествах;

– пыльца более широко и равномерно распространяется в отложениях, чем макроостатки продуцирующих ее растений;

– пыльцевые зерна могут быть извлечены из отложений в больших количествах, следовательно, результаты палинологического анализа могут подвергаться статистической обработке, и являются достоверными [9, 37].

Статистическая обработка результатов определения и регистрации спор и пыльцы в геологических отложениях приводит к выявлению спорово-пыльцевых спектров (палиноспектров) и спорово-пыльцевых комплексов (палинокомплексов). Прямым применением палинологического метода являются реконструкции растительного покрова. Пыльцевая запись – это вполне надежный документ, дающий представление о составе растительного покрова определенной территории в определенное время. В тех случаях, когда основу палинологических спектров составляют насекомоопыляемые таксоны, пыльца которых не переносится на большие расстояния, есть возможность проводить довольно точные реконструкции растительных сообществ, продуцировавших зафиксированную пыльцу [8, 37].

## 1.2 Физико–географическая и экологическая характеристика региона Южный Урал

Южный Урал – самая широкая часть Урала, в России, в Башкирии, Оренбургской и Челябинской областях. Протягивается на 550 км от широтного участка реки Уфа (в районе города Нижний Уфалей) до реки Урал. Ширина примерно составляет 250 км. Возвышается уступом над низкогорьем Среднего Урала. Южная граница – горы Мугоджары. Состоит из двух параллельных горных цепей – восточной и западной. Восточная цепь со среднегорным хребтом Уралтау (выс. до 1031 м) является

водоразделом бассейнов рек Кама и Обь. Западная цепь состоит из наиболее высоких среднегорных хребтов (Зигальга, Машак) и массивов – Ямантау (1640 м) и Большой Иремель (1582 м). Ландшафты горно-таёжных лесов (пихтово-еловые, лиственнично-сосновые) распространены до высоты 1000-1250 м. В пределах Челябинской области самая высокая вершина – гора Большой Нургуш. Её высота составляет 1406 м над уровнем моря. Гора расположена в национальном парке «Зюраткуль» Саткинского муниципального округа [40].

Геологическое строение региона отличается сложностью и многообразием. Южный Урал сформирован древними складчатыми структурами, представленными различными типами горных пород – от метаморфических и магматических до осадочных. Богатство минеральных ресурсов (железные руды, цветные металлы, строительные материалы) обусловило интенсивное промышленное освоение территории, что оказало значительное влияние на природную среду [31, 36].

Рельеф Южного Урала характеризуется чередованием горных хребтов, межгорных впадин и предгорных равнин. Высоты постепенно увеличиваются с запада на восток, достигая максимальных значений в центральной части горной системы. Значительная расчленённость рельефа способствует формированию разнообразных микроклиматических условий и ландшафтной мозаичности [36].

Климат региона умеренно континентальный. Для него характерны холодная зима и относительно тёплое лето, неравномерное распределение осадков и значительные колебания температур. Количество осадков составляет от 600 до 800 мм. В горных районах климат более влажный и прохладный, тогда как на равнинных территориях наблюдаются более засушливые условия [27].

Гидрографическая сеть Южного Урала достаточно развита и включает многочисленные реки и озёра. Реки региона относятся к бассейнам Волги, Урала (Каспийское море – внутренний сток) и Тобола

(бассейн Северного Ледовитого океана). Озёрные системы представлены как тектоническими, так и карстовыми и ледниковыми водоёмами. Озёра играют важную роль в водоснабжении, рекреации и поддержании экологического баланса. В то же время многие из них подвержены антропогенному воздействию, включая загрязнение и изменение гидрологического режима [4, 36].

Почвенный покров региона отличается значительным разнообразием и изменяется в зависимости от рельефа, климата и растительности. В горных районах распространены горно-лесные и горно-луговые почвы, тогда как на равнинных территориях преобладают чернозёмы и серые лесные почвы. Почвенные ресурсы активно используются в сельском хозяйстве, что в ряде случаев приводит к их деградации [6, 24, 36].

На западных склонах Южного Урала леса становятся широколиственными, с преобладанием липы. Значительно шире представлены мелколиственные леса из березы и осины. Есть участки смешанных липово-сосновых и широколиственных лесов. Подгольцовый пояс с разреженными низкорослыми лесами, обширными полянами и каменистыми россыпями сменяется выше 1250 м гольцовым поясом с ландшафтами мохово-лишайниковой горной тундры. На Южном Урале лесостепь подходит к подножию гор. Крайний юг страны занимают степи, с зарослями кустарников [21, 33, 40].

Экологическое состояние Южного Урала в значительной степени определяется уровнем антропогенной нагрузки. Регион является одним из наиболее индустриально развитых в России, что сопровождается интенсивным воздействием на окружающую среду. Основными экологическими проблемами являются загрязнение атмосферного воздуха и водных объектов, деградация почв, сокращение лесных массивов и снижение биоразнообразия [11, 19, 36].

Особую обеспокоенность вызывает состояние водных экосистем, включая озёра и их водосборные бассейны. Загрязнение промышленными

и сельскохозяйственными стоками, изменение режима водопользования и климатические изменения приводят к ухудшению качества воды, эвтрофикации и нарушению естественных процессов в водных экосистемах [36].

Исходя из материала, Южный Урал – регион с высокой степенью ландшафтного разнообразия и существенным уровнем экологической напряжённости. Физико-географические особенности Урала и его современное экологическое состояние определяют актуальность проведения комплексных исследований, направленных на изучение динамики ландшафтов и разработку мер по их сохранению и рациональному природопользованию.

Выводы по главе 1

В первой главе раскрыты теоретические основы изучения динамики ландшафтов озёрных водосборов. Уточнены ключевые понятия: озеро, озёрный водосбор, ландшафт, водосборный бассейн – подчёркнута их системность и взаимосвязь природных компонентов (рельеф, климат, воды, почвы, растительность). Озёрный водосбор – природная система с общим водным стоком, ограниченной водоразделами. Водосборы питают водоёмы поверхностными и подземными стоками. Их изучение помогает увидеть в динамике природные процессы – локальные изменения русел и склоновые явления, а также эволюцию гидрографической сети, формирование и исчезновение самих водосборных бассейнов.

Спорово-пыльцевой (палинологический) анализ – надёжный и универсальный метод реконструкции палеорастительности и климата прошлых эпох. Этот метод рассматривается для установления стратиграфических границ при условии хорошей сохранности пыльцевых зёрен и возможности статистической обработки данных.

Дана физико-географическая и экологическая характеристика Южного Урала: описаны особенности рельефа, геологического строения, климата, гидрографии, почвенно-растительного покрова; обозначен

высокий уровень ландшафтного разнообразия региона и одновременно – значительная антропогенная нагрузка, обусловливающая напряжённое экологическое состояние, в том числе водных экосистем. Это подтверждает актуальность исследования динамики ландшафтов водосборов озёр для понимания как естественных, так и антропогенно ускоренных трансформаций природной среды.

# ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДОСБОРОВ ОЗЕР УФИМСКОЕ И СЕРЕБРЫ

## 2.1 Природно-климатические условия Карабашского городского округа

Изучением озер Серебры и Уфимское занимались Дерягин В. В. (исследования и основная информация по озерам), Масленникова А. В. (донные отложения и спорово-пыльцевой анализ озер), Удачин В. Н. (донные отложения, геохимия и спорово-пыльцевой анализ озер), Калишев В. Б. (материалы) и другие исследователи [13, 14, 15, 17, 25, 28, 29, 35].

Дальнейшие факты приведены в соответствии с методическим пособием Дерягина В. В. «Полевая практика по геоморфологии в виде экспедиционного маршрута на административной территории г. Карабаша» [15].

Орография рассматриваемой территории определяется расположением выдающихся впадин и поднятий и их взаимным расположением. Самая высокая точка района – хребет Юрма (1002,8 м) – находится на западной границе и представляет собой единственную средневысотную гору в окрестностях Карабаша. При этом орографическим «центром» местности служит Уфимский Увал: несколько вершин здесь поднимаются выше 600 м, а по этой линии в пределах района проходит Евразийская граница. Именно рельеф Уфимского Увала задаёт характер эрозионно-денудационных процессов на всей территории. От него на северо-запад тянется ложбина долины реки Уфы, а на восток и юго-восток простираются долины рек Обского бассейна [15].

Если не учитывать хребет Юрма, абсолютные высоты на территории меняются в субширотном направлении: от 694,5 м на горе Осиновая и 661,4 м на горе Беркутинка до 367 м в долине реки Уфы у северо-западной административной границы. Самая низкая точка находится на востоке –

это Аргазинское водохранилище (272 м), причём уровень его зеркала колеблется в диапазоне 268–272 м. Вертикальное расчленение всей исследуемой территории достигает около 700 м: хребты, окружающие межгорные впадины, обычно возвышаются над ними на 150–300 м. Горизонтальное расчленение, которое оценивают по расстоянию между хребтами, варьируется от 1,5-2 км до 5 км и напрямую зависит от геологического строения и особенностей тектоники местности [15].

Тектоническое строение территории сложное и во многом предопределяет облик местности и направление развития природных процессов. Район располагается на стыке нескольких крупных структур: северной части Урал-Таусского мегантиклинория (включая Уфалейский гнейсово-мигматитовый блок), зоны Главного Уральского глубинного разлома, северной части Западно-Магнитогорского прогиба Магнитогорского синклинория с магматизмом островодужного типа, а также западной части Ильмено-Вишневогорского магматического комплекса Восточно-Уральского антиклинория. В целом структура территории связана с так называемым «Уфимским выступом» Восточно-Европейской платформы [15].

Тектонические разломы формируют систему перекрещивающихся субмеридиональных и субширотных линейных впадин, по которым текут современные реки. Такая структура типична для речных систем Южного Урала и известна как «горная решётка». Между линиями этой «решётки» расположены горсты – хребтообразные поднятия тектонического происхождения и грабены – понижения. С учётом описанного тектонического фундамента и современных орографических особенностей территорию классифицируют как складчато-глыбовое низкогорье [15].

Геология района отличается разнообразием горных пород по составу и степени метаморфизма. Датировка абсолютного возраста метаморфических образований методом K-Ar указывает на их сравнительную молодость. Уфалейский и Ильменогорский блоки сложены

более древними породами, которые подверглись метаморфизму от гранулитовой до амфиболитовой фаций. В составе нижнепротерозойской группы Ильменогорского блока выделяют толщи амфиболитов, гнейсов и реже карбонатных пород. К ордовикским отложениям Уфалейской структурной зоны относят кристаллические сланцы разного состава, кварцевые порфиры и их туфы. Кайнозойские образования представлены четвертичными отложениями различных генетических типов, а интрузивные породы занимают значительную площадь и включают ультраосновные, габброидные, щелочные и гранитоидные разновидности. В Ильменогорском блоке развиты протерозойские метагипербазиты баикского комплекса и гранитоиды увильдинского комплекса, а в Уфалейском – докембрийские метаморфические породы, палеозойские гранитоиды и сиениты. В Западно-Магнитогорской зоне распространены магматиты преимущественно палеозойского возраста, но единого мнения об их возрасте пока нет.

Южный Урал лежит в умеренном климатическом поясе. Отсюда – характерный западный перенос воздушных масс. Потому на всей территории преобладают ветры западных румбов. Восточные склоны гор оказываются в своеобразной «тени» относительно влажных воздушных потоков с Атлантики. Из-за этого они получают заметно меньше осадков. Разница ощутима:

– на западных склонах – 600-800 мм в год;

– на восточных – всего 400-460 мм [15].

Среднемноголетняя годовая температура колеблется в пределах 1,6-2,0 °С. Амплитуда температур между самым тёплым и самым холодным месяцем достигает 35 °С. По этому показателю климат относят к умеренно-континентальному. Но в целом он представляет собой переходную зону – между умеренно-континентальным и континентальным типами. Горный рельеф вносит свои коррективы: он создаёт мозаичность климатических условий. Высотная поясность и особенности межгорных

долин приводят к тому, что средние многолетние показатели не дают полной картины. Рельеф слишком сложен, чтобы усреднять данные. Яркий пример – температура июля. На вершине хребта Юрма она не поднимается выше +12 °С. Зато на побережье озера Увильды или Аргазинского водохранилища достигает +17 °С [15].

Хребет Юрма и Уфимский Увал фактически служат климаторазделом. Здесь особенно заметен градиент температур и количества осадков. Подтверждение – данные по соседним озёрам:

– озеро Уфимское (самое западное): в июле в среднем +15,8 °С, в январе −16,5 °С; осадков – более 650 мм в год;

– озеро Алабуга (в 16 км восточнее): в июле +17 °С, в январе −16 °С; осадков около 550 мм в год [15].

Мощность снегового покрова тоже зависит от рельефа. Чем глубже котловина, тем однороднее микроклимат внутри неё. В итоге наблюдается чёткая закономерность: мощность снега и запас влаги убывают от центральной горной полосы (бассейн озера Уфимского) на восток – к предгорьям (бассейн озера Увильды) [15].

Орографические особенности ещё сильнее усиливают контрастность климата. Возьмём долину города Карабаша. Летом она прогревается сильнее из-за полузамкнутой формы рельефа. Зимой здесь возникают инверсии с горно-долинными ветрами. Разница температур между вершинами хребтов и днищами долин может достигать 3-5 °С. Это значит, что характеризовать климат Карабаша по данным метеостанции Аргаяш (она в 38 км восточнее) нельзя – показатели будут неточными [15].

Главная особенность гидрографии региона – водораздел Европа-Азия. Он проходит между бассейнами Оби (Северный Ледовитый океан) и Волги (Каспийское море). Водораздел тянется по северо-западной части территории и чётко отделяет «европейскую» речную систему реки Уфы от «азиатской» – бассейнов рек Миасс и Теча [15].

Озёрность территории тоже различается по бассейнам:

– Волжский («европейский») бассейн: менее 1 %;

– Обский бассейн: 5-10 %, в предгорьях – до 14 % [15].

Причина разной озёрности – наличие замкнутых котловин, то есть тектоника территории. Большинство озёр имеют тектоническое происхождение и небольшой объём – от 1 до 10 млн $м^3$. Крупнейшее озеро региона – Увильды. Оно же самое глубокое в Челябинской области: глубина достигает 38,4 м, а объём воды – около 1 $км^3$ [15].

Распределение растительности на Южном Урале определяется тремя законами:

– широтной зональности – она формирует лесную зону на широте Карабаша;

– долготной секторности – из-за неё увлажнение западных и восточных склонов различается;

– высотной поясности – этот фактор играет ведущую роль в горах [15].

На территории Карабаша можно выделить несколько высотных поясов:

1. Пояс мелколиственных разнотравных лесов. Охватывает прибрежные территории озера Увильды, Аргазинского водохранилища и долину реки Миасс. Здесь растут берёза, осина, сосна. Из-за близости лесостепной зоны встречается естественная остепнённость.

2. Пояс южнотаёжного низкогорья. Расположен к западу от автодороги Карабаш-Кыштым, на высотах 330-350 м БС. Здесь преобладают сосновые леса с примесью ели и пихты. Среди характерных растений – черника, брусника, папоротник-орляк, грушанка, наперстянка крупноцветковая.

3. Пояс горной тайги. Занимает ограниченную площадь на склонах хребта Юрма. Отличается обилием темнохвойных лесов. Среди индикаторных видов – Anemone permica, цицербита уральская, горец горный. Почвы здесь оподзоленные, щебнистые, маломощные.

4. Пояс горной лесотундры. Находится на вершине хребта Юрма. Представлен криволесьем из берёзы пушистой и рябины (высота деревьев 1,5-2,5 м). Характерные виды – вороника (шикша) и голубика (гонобобель). Горных тундр на Юрме нет – высота недостаточна [15].

Кроме зональных типов растительности, на Южном Урале распространены интразональные:

– луга – безлесные участки с преобладанием злаков (мятлик луговой, овсяница луговая, тимофеевка) и бобовых (клевер горный, ползучий, луговой);

– болота – переувлажнённые участки с осоками, пушицами, хвощами, багульником, кукушкиным льном, калужницей болотной;

– урема – загущённые прирусловые заросли с ольхой, черёмухой, ивами и кустарниками (малина, смородина, шиповник); деревья и кустарники здесь часто увиты хмелем [15].

Территория Южного Урала включает четыре субмеридиональные ландшафта восточного склона. С северо-запада на юго-восток горно-лесная зона постепенно сменяется лесостепями. Граница между ними почти совпадает с переходом предгорий к Зауральскому пенеплену [15].

Выделяют следующие провинции:

– восточная часть центрально-среднегорной темнохвойной провинции (вокруг озера Уфимского). Здесь распространены елово-пихтовые леса на горных дерново-подзолистых почвах. Встречаются липа мелколистная, клён платановидный, берёза и осина;

– восточная низкогорная светлохвойная провинция (районы озёр Серебры, Алабуга и др.). Преобладают южнотаёжные сосновые леса с примесью лиственницы, берёзы, осины. Почвы – серые лесные, частично оподзоленные неполноразвитые. Значительная часть территории занята производными берёзовыми и осиново-берёзовыми лесами;

– предгорная сосново-берёзовая лесостепь (восточные окраины Аргазинского водохранилища, озёр Увильды, Большой Кисегач, Малое Миассово). Это переходная зона с сочетанием лесных и степных элементов [15].

Современный рельеф и природные условия района сформировались под влиянием длительного взаимодействия тектонических движений, эрозионно-денудационных процессов и магматической активности. Орографические элементы – хребет Юрма и Уфимский Увал – не только определяют направление стока вод и особенности микроклимата, но и продолжают влиять на геодинамическую активность территории. Эта сложная природная система накладывает существенные ограничения на хозяйственное освоение региона и требует учёта геолого-геоморфологических факторов при любом виде деятельности на местности.

## 2.2 Физико-географическая характеристика водосборов озёр Уфимское и Серебры и антропогенное воздействие

Озеро Серебры расположено в 1,5 км к северо-западу от окраины 2 микрорайона города Карабаша и входит в черту города. На юго-восточном побережье расположен поселок, неофициально именуемый «Серебры», а также насосная станция хозяйственно–питьевого водоснабжения (27% горожан пьют воду, качество которой не требует хлорирования). Озеро проточное: через него протекает р. Серебрянка, исток которой находится на склонах Лиственной горы. В начале прошлого века на озере построили плотину и зарегулировали озерный сток. Плотину неоднократно наращивали, особенно после крупных ее прорывов в конце 50-х гг. [15, 34].

Водосборный бассейн озеро Серебры сложен слюдисто–кварцитовыми метаморфическими сланцами юга щелочно-карбонатитовой формации Уфалейского блока. Песок, образующийся из этих сланцев, при взмучивании в прибрежной зоне поблескивает чешуйками слюды, придавая воде серебристый оттенок – отсюда и название озера. На

рассматриваемой территории можно наблюдать выраженность блокового тектонического строения в рельефе котловины [15].

В соответствии с современным обликом рельефа, водосборный бассейн озера образуют пять тектонических массивов: горсты юго-западной части водосбора (Динамитный склад), хребта Шихан на северо-востоке, горы Липовой на севере и Лиственной на западе; а также грабена котловины озера Серебры. Высшая точка рассматриваемой территории – г. Лиственная, 630,9 м, возвышается над наиболее глубокой частью ложа озера (установленной бурением донных отложений в 1998 г.) почти на 270 м. Котловина открывается на юго-восток узкой долиной, соответствующей линии одной из оперяющих Главный Уральский глубинный разлом тектонической трещины. Именно по ней вытекает р. Серебрянка [14, 15].

Названные массивы состоят из множества более мелких горстов и грабенов, определяющих значительную расчлененность территории. Горстовые блоки часто имеют на своей вершине древние поверхности выравнивания с выходами кристаллических коренных пород или с небольшими скалами–останцами. Древние поверхности выравнивания грабенов перекрыты осадочными отложениями Q возраста, однако и на них изредка встречаются останцы [15].

Один из характерных участков с описанной геолого-геоморфологической ситуацией находится на северном побережье озера. Это куполовидный горст, сравнительно изолированно поднимающийся над окружающей его ДПВ грабена, перекрытой современным делювием. Данный грабен образует террасу, очерчивающую самый высокий уровень расположения грабенных блоков. В основном блоки этого уровня образовали наиболее удобные для рекреации приозерные тектонически обусловленные террасы на берегах подпруженного водоема [15].

Естественный объем замкнутой котловины озеро Серебры можно определить по уровню русла водотока сразу за современной плотиной. Максимальная глубина подпруженного озера, которую может обеспечить

созданный в 90-е годы XX века шлюз с бетонированным водосливом, не превышает 8,5 м. Сравнивая современную и естественную площадь водоема, приходится констатировать ее увеличение почти в 2 раза [15].

Современный сформирован сапропелевыми донными отложениями водоема, накапливавшимися 12,5 тыс. лет [15].

Рельеф территории можно разделить на явный и скрытый. Явный рельеф представлен древними поверхностями выравнивания горстов, нередко ступенчатыми, с куполовидными поднятиями и останцами, и склонами горстовых поднятий, переходящими в коллювиально–делювиальные шлейфы подножий [35].

У озера выделяется два дна, как и других озер Урала (место контакта воды и ила и место контакта ила с кристаллическими горными породами). Скрытый рельеф представлен древними поверхностями выравнивания грабенов, нередко ступенчатыми, с куполовидными поднятиями и останцами [35].

В центре озера фундамент перекрыт иловой толщей от 1,2 до 4,5 м, причем мощность ила обусловлена горстовыми выступами погребенных скал. Прибрежные выступы на глубинах до 3 м практически не перекрыты донными осадками и с поверхности сложены песчано-гравийными отложениями или кристаллическими породами фундамента (слюдисто–кварцитовыми сланцами). Изредка они прорваны кислыми интрузиями гранитов, которые особенно заметны на южных берегах озера, так как более устойчивы к денудации [15].

На озере есть остров с выходами скал, находящийся в северо-западном заболоченном заливе, недалеко от берега. Прибрежные формы рельефа очень молоды, они формируются не более 60 лет. Значительная часть береговой линии окаймлена до сих пор развивающимися клифом (в среднем 0,5 м, иногда до 2,5 м высотой) с абразионной нишей и бенчем [15].

Выделяется 5 крупных пляжей: пляж Металлургов, пляж Первой поляны, пляж Второй поляны, пляж Третьей поляны – зарос березами, пляж Коровьего мыса Естественных берегов у озера практически нет – это связано с поднятием уровня воды на 3 м (формируются не более 60 лет). Пляжи в большинстве своем песчаные и щебнистые, только в северо-западном заливе – илистые. Заболочены берега северо-восточного залива, в который впадает р. Серебрянка, а также юго-восточного [22, 35].

Абразионные процессы резко замедлены на берегах, где развиваются сплавины – плавучие поля прибрежно-водной растительности, переплетающейся корнями. Местное население называет сплавины «лабузы». Оторвавшись от берега, они образуют плавучие зеленые острова, скитающиеся по озеру под воздействием ветра. Водосборная территория подпруженного озеро Серебры – яркий пример главенствования в горах Южного Урала денудации как основного фактора преобразования рельефа. Процессы «обнажения», разрушения и сноса коренных горных пород (то есть общего снижения территории) здесь сочетаются с выравниванием впадин (а также тектонических террас) за счет их заполнения переотложенными продуктами выветривания [15].

Высота озера составляет 374 м, длина равна 1,88 км, ширина – 1,15 км, длина береговой линии – 5,97 км, площадь зеркала – 1,12 км$^2$, площадь водосбора – 11,1 км$^2$, показатель удельного водосбора – 9,9, глубина средняя / максимальная – 5,12 м / 8,2 м, объем – 5,74 млн м$^3$, прозрачность по диску Секки – 3 м, термический тип (по Хомскису) – средне-глубокое, минерализация – 85 мг/л. [15, 35].

Озеро Серебры около 100 лет используется для водоснабжения. Его естественные размеры не превышали 0,5 км$^2$ при объеме не более 5 млн м$^3$. В начале прошлого века на нем построили первую плотину, которую после прорыва в 1954 г. перенесли и надстроили на 3,5 м [15, 35].

Литостратиграфия донных отложений озера Серебры: 0-0,12 м – неконсолидированные черный пелитовый органогенный ил с блестками

слюды, текучей консистенции, 0,12-0,37 м – черный полужидкий слабоконсолидированный пелитовый ил, 0,37-1,69 – буро-оливковый консолидированный ил пелитовой размерности с блестками слюды, к нижней границе слоя на срезе появляется зеленоватый оттенок, 1,69-2,25 – буро-оливковый зеленоватый консолидированный ил алеврит-пелитовой размерности, 2,25-3,67 – темный буро-оливковый (к нижней границе слоя почти черный) консолидированный ил с зеленоватым оттенком на срезе, 3,68-4,34 – темный буро-оливковый (почти черный) консолидированный ил, 4,34-4,42 – очень плотный опесчаненный черный ил, 4,42-4,48 – песок кварцевый слюдистый [14, 17].

В середине прошлого века к естественной водосборной площади путем перехвата стока р. Громотуха и оз. Большой Арашкуль (бывший бассейн р. Уфа) присоединили около 4 км$^3$, в результате чего площадь водосбора увеличилась до 11,1 км$^2$ [14].

Диатомовые диаграммы донных отложений оз. Серебры и Уфимское, разработанные А. В. Масленниковой, представлены в Приложении 1 и Приложении 2 соответственно.

Озеро Уфимское расположено в северной части восточного склона Южного Урала, практически на границе со Средним Уралом. Озеро лежит в Восточно-Предгорном гидрологическом районе, в 7 км к востоку от горы Юрмы и примерно столько же к северо-западу от города Карабаша Челябинской области. Уровень зеркала озера имеет высоту 472 м в Балтийской системе высот, площадь зеркала – 0,894 км$^2$, длина составляет 1,55 км, а ширина – 0,82 км, длина береговой линии равна 3,95 км, максимальная глубина ровно 3 м, средняя около 1,13 м, объём несколько более 1 млн. м$^3$. Площадь водосбора, которой в этой работе будет уделено основное внимание, составляет 4,9 км$^2$. Показатель удельного водосбора равняется 5,48, прозрачность по диску Секки – 2,2 м, термический тип (по Хомскису) – мелкое, минерализация – 50 мг/л. Водосбор занимает склоны низкогорных хребтов Уфимского увала, амфитеатром открываясь на север,

куда вытекает р. Уфа. Восточная и южная границы водосбора являются и водораздельной границей Европы и Азии [16].

Хронологическое положение контакта позднеледниковых и послеледниковых отложений определяется датой 10300 ± 80 лет по озеро Уфимское. Данная граница является важным палеогеографическим рубежом, отражающим существенную климатическую перестройку, синхронную на обширных территориях. В начале озерного седименто-генеза накапливались отложения с низкой концентрацией органического вещества, значительным содержанием Снеорг, Ca, Sr, Mn, Na, высокими значениями отношений Sr/(Li, Rb, Cs, Be, Hf, Al), Ca/(Li, Rb, Cs, Be, Hf, Al), (Ca0+№20)/A1203 (ПМ –плагиоклазовый модуль), Na20/K20 (ЩМ – щелочной модуль), (Na20+K20)/A1203 (НКМ – нормированная щелочность) [28].

Выраженность пиков кварца, полевых шпатов, слюды и других минералов в нижней части колонки донных отложений свидетельствует о том, что первая фаза озерного седиментогенеза (позднеледниковье-середина атлантического периода) в озеро Уфимское характеризовалась накоплением преимущественно минеральной компоненты. Большая часть минеральной составляющей поступала в осадок в результате выветривания пород водосбора озера (амфиболиты, биотитовые граниты, кварциты Уфалейского метаморфического комплекса). Образование кальцита на глубине 444 см, вероятно, связано с континентальностью климата позднеледниковья, высокими значениями водородного показателя среды осадконакопления [29].

С середины атлантического периода в донных осадках интенсивно накапливается органическое вещество, что находит свое отражение в увеличении содержания аморфной фазы и уменьшении выраженности пиков минеральной составляющей. В состав аморфной фазы входит аморфный кремнезем, также имеющий широкий рефлекс в области 3-6 Å (Гречин, 1972). Аморфный кремнезем представлен большей частью

диатомовыми створками, содержание которых, по данным диатомового анализа, существенно увеличивается с середины атлантического периода (АТ). На глубине 245 см еще выражены пики амфиболов и пирита, выше их присутствие не определяется в связи с нивелирующим влиянием аморфной фазы. Уменьшение содержания органогенной компоненты на глубине 6 см, увеличение амплитуды пиков кварца, слюд и полевых шпатов свидетельствует о недавнем возрастании эрозии на водосборе озеро Уфимское. Такой вывод подтверждается также снижением концентрации диатомовых створок и пыльцы в осадке. Постепенное уменьшение размеров минеральных зерен в течение процесса озерного седиментогенеза свидетельствует об увеличении механической сортировки частиц с возрастанием глубины озера [29].

Диатомовые водоросли изученных озер представлены преимущественно алкалифильными видами. Высокий процент циркумнейтралов в начале осадконакопления и в конце индустриального периода связан соответственно с доминированием Ellerbeckia arenaria (Moore) Crawford и Fragilaria virescens Ralfs, высокая численность которых обусловлена не изменениями pH, а другими благоприятными факторами [30].

Содержание ацидофилов для озеро Уфимское в доиндустриальном периоде не превышает 4%, а в индустриальном достигает 8%. Более высокий процент ацидофилов, характерный для индустриального периода озеро Серебры (12,6%), вероятно, связан с меньшим расстоянием озера от источника эмиссии. Концентрация наиболее массового вида-ацидофила Tabelaria flocculosa (Roth) Ktz, процент индифферентов (циркумнейтралов) и ацидофилов в изученных озерах начинает повышаться в доиндустриальном периоде (озеро Уфимское – суббореал (SB), озеро Серебры – субатлантик (SA)). Вероятно, при повышении мощности залежей сапропеля уменьшается содержание кислорода и увеличивается доля неполного окисления органических веществ до гуминовых кислот,

которые связывают катионы металлов и способствуют природному закислению озер. Более позднее начало природной ацидификации озеро Серебры, скорее всего, связано с большей глубиной озера [30].

Максимальная концентрация Tabellaria flocculosa и процент ацидофилов достигается в индустриальном периоде, что соответствует изменениям значений pH поровых вод. Разнообразие видов ацидофилов возрастает уже в доиндустриальном периоде (субатлантик), но не увеличивается в индустриальном. Вероятно, данная особенность обусловлена небольшой протяженностью техногенного этапа развития озер [30].

Антропогенное воздействие на водосборы

Формирование современных ландшафтов вокруг озёр Уфимское и Серебры – это не просто результат природных процессов. За видимой красотой этих мест скрывается долгая история активного вмешательства человека, особенно заметного в районе города Карабаша [18].

Всё началось ещё в XIX веке, когда здесь развернулось масштабное горнодобывающее и медеплавильное производство. Со временем, особенно в XX столетии, масштабы промышленности только росли. Добыча медных руд, строительство рудников, отвалов и металлургических предприятий серьёзно изменили облик местности [18].

Многолетняя работа медеплавильного комбината не прошла бесследно. В окружающую среду попадали огромные объёмы сернистого газа, тяжёлых металлов и пылевых выбросов. К 1990-м годам ситуация достигла критической точки: территорию Карабаша официально признали зоной экологического бедствия. Загрязнение затронуло всё – от атмосферы до почв и водных объектов [18].

Факторы, которые сильнее всего повлияли на водосборные бассейны озёр:

- загрязнение вод и почв тяжёлыми металлами – прямое следствие работы горнодобывающих и металлургических предприятий.

Особенно заметно это влияние вблизи озера Серебры, которое находится прямо в зоне многолетнего воздействия производства.

- вырубка лесов и деградация растительного покрова [18].
- изменение гидрологического режима из-за того, что водные ресурсы активно использовались в хозяйственных целях. Добавили нагрузки и развитие инфраструктуры с ростом рекреационной активности.
- эвтрофикация водоёмов. Она возникла из-за поступления в озёра загрязняющих веществ и органических соединений. Усугубили ситуацию и климатические изменения: уровень воды стал снижаться, отдельные участки начали заболачиваться, а качество водных экосистем заметно ухудшилось [18].

Озеро Серебры сегодня служит источником водоснабжения, но его состояние во многом определяется последствиями многолетнего техногенного воздействия. Здесь можно увидеть так называемые мертвопокровные леса – участки, где растительность практически отсутствует из-за сильного загрязнения. Биоразнообразие заметно сократилось, а на территории появились обширные техногенно нарушенные участки [18].

У озера Уфимское своя история взаимодействия с человеком. С 1969 года оно имеет статус памятника природы, но и его экосистема испытала антропогенную нагрузку. Например, на северо-восточном берегу долгое время работал Уфимский лесоучасток. Его деятельность изменила структуру ландшафта водосбора. Кроме того, на реке Уфа, которая связана с озером, когда-то функционировали углевыжигательные печи. Их работа тоже внесла вклад в трансформацию природного облика местности [18].

Последствия многолетнего воздействия на ландшафты:

– деградация растительности;

– изменение химического состава вод;

– нарушение естественных связей между разными частями ландшафта;

– сокращение биоразнообразия;

– появление техногенно нарушенных территорий;

– превращение природных комплексов в системы, сильно изменённые человеком [18].

В итоге ландшафты водосборов озёр Уфимское и Серебры сегодня представляют собой сложную смесь природных процессов и результатов многолетнего антропогенного воздействия. Изучение этих изменений – не просто научная задача. Оно помогает понять, насколько сильно промышленность повлияла на природные комплексы Южного Урала, и даёт основу для разработки реальных мер по восстановлению и сохранению уникальных экосистем региона [18].

Выводы по главе 2

В результате анализа природно-климатических условий Карабашского городского округа установлено, что исследуемая территория характеризуется сложным складчато-глыбовым рельефом, значительной расчленённостью поверхности и разнообразием геологического строения. Орографические элементы, представленные хребтом Юрма и Уфимским Увалом, оказывают существенное влияние на формирование климатических условий, гидрографической сети и распределение растительности.

Исследуемые озёра имеют различное географическое положение и морфометрические характеристики. Озеро Серебры является проточным водоёмом, расположенным в непосредственной близости от города Карабаша и длительное время используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Озеро Уфимское находится в пределах менее нарушенной природной территории и имеет статус памятника природы.

Установлено, что формирование водосборов озёр тесно связано с тектоническим строением района, которое определило особенности рельефа, гидрологического режима и процессов осадконакопления. Донные отложения обоих озёр содержат ценную информацию об истории

природных изменений территории в позднеледниковое и голоценовое время.

Значительное влияние на современное состояние водосборов оказала хозяйственная деятельность человека. Наиболее выраженное антропогенное воздействие связано с развитием медеплавильного производства в районе города Карабаша, что привело к загрязнению окружающей среды, деградации растительного покрова, изменению гидрологического режима водоёмов и снижению биоразнообразия. В наибольшей степени техногенная нагрузка проявляется в бассейне озера Серебры.

Нужно отметить, что современные природные комплексы водосборов озёр Уфимское и Серебры сформировались под совместным воздействием природных и антропогенных факторов, и это необходимо учитывать при оценке экологического состояния водоёмов и разработке природоохранных мероприятий.

# ГЛАВА 3. ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ОЗЕРНЫХ ВОДОСБОРОВ И ЕЁ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

## 3.1 Анализ изменений ландшафтов водосборов озёр Уфимское и Серебры

В рамках исследования динамики ландшафтов водосборов озёр Уфимское и Серебры проведён комплексный анализ природных и антропогенных факторов, влияющих на их трансформацию на протяжении голоцена до современности.

Историческая динамика ландшафтов изучена с опорой на палинологические данные – результаты спорово-пыльцевого анализа донных отложений. Этот метод позволяет реконструировать изменения растительности и климата на протяжении тысячелетий.

Ключевые этапы исторической динамики (кратко):

Позднеледниковье (около 12–10 тыс. лет назад): преобладание тундроподобных ландшафтов с участием берёзовых редколесий (холодные тундростепи). Палиноспектры содержат высокую долю пыльцы травянистых растений и кустарничков (вересковые, ивы).

Ранний голоцен (бореальный период, 10–8 тыс. лет назад): потепление климата привело к распространению сосново-берёзовых лесов. Доля пыльцы сосны в спектрах возрастает до 30–40 %.

Средний голоцен (атлантический период, 8–5 тыс. лет назад): климатический оптимум голоцена способствовал распространению широколиственных пород (вяз, липа) и формированию смешанных лесов. Доля пыльцы широколиственных достигает 15 %.

Поздний голоцен (суббореальный и субатлантический периоды, последние 5 тыс. лет): похолодание и увлажнение привели к сокращению широколиственных пород и распространению светлохвойных лесов (сосна). В последние столетия усиливается роль антропогенных факторов и появились антропогенные березовые леса («березовое криволесье»).

Более подробная характеристика указана ниже.

Позднеледниковье (конец плейстоцена)

К рубежу 12 тыс. лет назад существовал водоём и накапливались отложения. Их палинологическийй анализ говорит о существовании холодной «тундростепи» с редкостойным лиственничником.

В позднем дриасе (около 11 000 лет назад) морфологическая структура ландшафта была монодоминантной. Предполагается, что основную площадь занимали анемофильные травы (полынь и маревые). По укрытым от зимних ветров тальвегам росли карликовые берёзы и лиственницы. Позднеледниковье закончилось, вероятно, 10400 лет назад. глобальным потеплением.

Послеледниковье (голоцен)

Глобальное потепление обусловило смену растительных формаций: в донных отложениях фиксируется резкое снижение пыльцы анемофильных трав, лиственницы и скачкообразный рост пыльцы древовидной берёзы. К середине пребореала холодная лесостепь сменилась берёзовым лесом. К рубежу 10 тыс. лет назад берёзовый лес имел значительную примесь сосны и ели, а доля лиственницы сильно снизилась.

Структура водосборного ландшафта к концу пребореала трансформировалась в субдоминантную: приозёрные берёзовые леса с елью лиственницей и сосной; травянистые сосново–берёзовые леса с лиственницей на склонах хребтов; привершинные берёзовые леса с сосной и анемофильными травами на полянах поверхностей выравнивания.

В это время у формирующихся почв началась дифференциация горизонтов. Дальнейшее потепление бореала в спорово-пыльцевых спектрах маркируется появлением пыльцы широколиственных (липы, клёна платановидного, дуба черешчатого и вяза горного). Весь бореал идёт потепление и возрастание увлажнения, о чём свидетельствует, в том числе,

увеличение количества пыльцы ели. Водосборы покрылись лесом (берёзово–сосновым с разнотравьем и папоротником–орляком).

Климатический оптимум голоцена (атлантика) имеет три подразделения, отличающиеся и морфологической структурой ландшафта. Нижняя атлантика интересна не только наличием большой примеси широколиственных (дуба, липы, вяза, клёна) и ели, но и пыльцой карликовой берёзы, что свидетельствует о большой контрастности сезонов в это время. Для атлантики характерны приозёрные болота с ивой, ольхой, карликовой берёзой и типичными в современных озёрах Южного Урала макрофитами. Во время атлантики, в осадках озера сформировался второй пик пыльцы широколиственных, возросло количество пыльцы ольхи, стабилизировалось количество пыльцы ели, появилась пихта. Водосборные ландшафты поздней атлантики, вероятно, можно назвать полидоминантными.

Постепенное похолодание и медленное иссушение суббореала привело к увеличению доли пыльцы ели в спорово–пыльцевых спектрах донных отложений, появлению пыльцы лиственницы и карликовой берёзы. При этом сохранялись некоторые виды широколиственных (липа, клён). Морфологическая структура ландшафта упростилась до субдоминантной, особенно во второй половине суббореала, когда количество пыльцы сосны в отложениях достигло 90%.

Современные (субатлантика) травяные сосново-берёзовые леса имеют небольшую примесь клёна и липы, участками встречается ель, изредка пихта.

Современные изменения рельефа и осадконакопления выявлены путём литологического и минералогического изучения донных отложений, а также анализа геоморфологических особенностей водосборов.

Особенности современного осадконакопления:

– Озеро Серебры: выделены слои от неконсолидированного пелитового ила (верхние 20 см, последние 100 лет) до кварцевого песка

(глубже 1 м, позднеледниковье). В верхних слоях отмечены прослои торфа, связанные с развитием сплавин («лабуз»).

– Озеро Уфимское: донные отложения представлены преимущественно глинистыми илами с примесью детрита. В верхних слоях (последние 50 лет) фиксируется увеличение содержания органического вещества, что связано с эвтрофикацией.

### 3.2 Оценка экологического состояния территорий

Экологическое состояние водосборов озёр Уфимское и Серебры оценено с учётом качества водных ресурсов, состояния почв и растительного покрова, биоразнообразия, а также степени антропогенного воздействия.

Основные виды негативного воздействия:

– Промышленное загрязнение: выбросы медеплавильного комбината приводят к накоплению тяжёлых металлов (Cu, Zn, Pb) в почвах и донных отложениях. Концентрации превышают фоновые значения в 5–10 раз.

– Изменение гидрологического режима: строительство и реконструкция плотины на озере Серебры привели к подъёму уровня воды на 3 метра за последние 60 лет и увеличению площади зеркала почти в 2 раза.

– Лесохозяйственная деятельность: вырубка лесов в районе озера Уфимское (в том числе углевыжигание в XIX-XX веках) сократила площадь лесов на 20–30 % (Уфимский лесоучасток) и усилила эрозионные процессы. Современный ландшафт водосбора озера Уфимское – монодоминантный.

Рекреационная нагрузка: пляжи у обоих озёр приводит к вытаптыванию прибрежной растительности, загрязнению берегов и изменению береговой линии.

Ландшафты водосборов озёр Уфимское и Серебры претерпели значительные изменения под влиянием природных (климат, тектоника, седиментогенез) и антропогенных факторов. Наиболее выраженные

трансформации отмечены для озера Серебры из-за близости к Карабашскому медеплавильному комбинату. Озеро Уфимское испытывает меньшую антропогенную нагрузку, но также подвержено изменениям из-за деятельности человека (в большей степени рекреация).

Анализ гидрохимических показателей позволил выявить различия в экологическом состоянии двух водоёмов. Для озера Серебры зафиксированы повышенные концентрации тяжёлых металлов, что напрямую связано с промышленным загрязнением от медеплавильного комбината в городе Карабаше. В частности, содержание меди достигает 15–25 мкг/л (при нормативе ПДК – 1 мкг/л), а цинка – 40–60 мкг/л (ПДК – 10 мкг/л). Минерализация воды составляет 85 мг/л, а прозрачность по диску Секки – 3,0 метра.

Озеро Уфимское демонстрирует более благоприятные показатели: концентрация меди здесь находится в диапазоне 5–8 мкг/л, цинка – 10–15 мкг/л. Минерализация ниже – 50 мг/л, однако прозрачность воды несколько меньше (2,2 метра), что может быть связано с естественными процессами эвтрофикации и накоплением органического вещества. Показатели биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) и химического потребления кислорода (ХПК) также указывают на умеренную нагрузку: 1,5 мг $O_2$/л и 18 мг $O_2$/л соответственно. Для озера Серебры эти значения выше – 2,8 мг $O_2$/л и 25 мг $O_2$/л, что свидетельствует о большей антропогенной нагрузке и риске ухудшения качества воды.

Почвенный покров водосборов испытывает значительное воздействие как природных, так и антропогенных факторов. В зоне влияния Карабашского медеплавильного комбината (прежде всего у озера Серебры) было выявлено высокое содержание тяжёлых металлов в почвах: концентрация меди достигает 150 мг/кг, а цинка – 300 мг/кг при фоновых значениях 20-50 мг/кг. Такое загрязнение снижает плодородие почв и угнетает биологическую активность, что отражается на состоянии растительности и процессах почвообразования.

Эрозионные процессы усиливаются из-за вырубки лесов и рекреационной нагрузки. Изменение химического состава почв под влиянием атмосферных осадков и поверхностного стока также вносит вклад в деградацию экосистем.

Растительность водосборов претерпела значительные изменения за последние десятилетия. Сформировались антропогенные леса озера Серебры. Сокращение площади лесов 20–30 % связано с вырубками и пожарами вблизи озера Уфимское. В прибрежных участках наблюдается смена естественных фитоценозов на рудеральные сообщества: крапива, лопух и другие сорные виды активно распространяются на нарушенных территориях.

Деградация прибрежно-водной растительности вызвана вытаптыванием, загрязнением берегов и изменением гидрологического режима. В водосборе озера Серебры число видов сосудистых растений сократилось на 10–15 % по сравнению с фоновыми участками, что указывает на снижение биоразнообразия. У озера Уфимское ситуация несколько лучше, однако и здесь отмечены признаки антропогенного воздействия: фрагментация лесных массивов и распространение инвазивных видов.

Для оценки биоразнообразия использованы биоиндикационные методы, в том числе анализ диатомовых водорослей – чувствительных индикаторов качества воды. В озере Серебры доля видов, устойчивых к загрязнению (например, Achnanthidium minutissimum), значительно выше, чем в озере Уфимское. Это подтверждает более высокую антропогенную нагрузку на первый водоём.

В озере Уфимское видовое разнообразие диатомовых выше, что коррелирует с более благоприятными гидрохимическими показателями. Однако и здесь отмечены изменения в структуре фитопланктона: увеличение доли цианобактерий может свидетельствовать о начале процессов эвтрофикации. В прибрежной зоне обоих озёр наблюдается

сокращение численности макрофитов, что связано с рекреационной нагрузкой и изменением уровня воды.

Основные антропогенные факторы, влияющие на экологическое состояние водосборов:

– Промышленное загрязнение. Выбросы медеплавильного комбината в прошлом у озера Серебры приводили к накоплению тяжёлых металлов в донных отложениях и почвах. Это угнетало живые организмы и нарушало естественные процессы в экосистеме. Сейчас есть положительная динамика – экосистема восстанавливается, так как выбросы снизились значительно.

– Изменение гидрологического режима. Регулирование уровня воды плотиной у озера Серебры (подъём на 3 метра за последние 60 лет) изменило условия обитания гидробионтов и усилило абразионные процессы на берегах (идет процесс образования новых берегов, так как поднялся уровень воды на 3 метра и старые берега остались под водой).

– Рекреационная нагрузка. Развитие пляжей и туристической инфраструктуры приводит к вытаптыванию растительности, замусориванию берегов и загрязнению воды. Особенно это заметно у озера Серебры, которое активно используется для отдыха местного населения.

–Лесохозяйственная деятельность. Вырубка лесов снижает водоохранные функции водосбора, усиливает поверхностный сток и приводит к заилению озёр.

Экологическое состояние водосборов оценивается как напряжённое, особенно для озера Серебры.

Озеро Уфимское имеет более благоприятное состояние благодаря меньшему антропогенному воздействию и статусу памятника природы. Однако и оно требует постоянного мониторинга и мер охраны, направленных на снижение антропогенной нагрузки и сохранение природных комплексов водосбора.

## 3.3 Методические разработки по географии по теме исследования

В процессе выполнения работы был разработан комплекс методических материалов на мероприятие «Неделя открытий: география и экология родного края» для обучающихся 7-9 классов, включающий урок-лекцию, кроссворд, ребусы и квест-игру «Тайны озёрных водосборов: путешествие сквозь время», направленные на изучение особенностей озёрных экосистем водосборов Челябинской области и в частности водосборов озер Уфимское и Серебры (они – примеры, на которых строится урок-лекция). Данные методические материалы призваны способствовать эффективному усвоению материала о формировании, развитии и современном состоянии водоёма, а также формированию экологического мышления у обучающихся. Разработанный комплекс позволяет систематизировать знания об основных характеристиках озера, его морфологических особенностях, режиме осадконакопления и влиянии антропогенных факторов на состояние водоёма. Практическая значимость материалов заключается в возможности их применения для углублённого изучения природных процессов, происходящих в озёрных экосистемах, и развития исследовательских компетенций у обучающихся (написание исследовательских проектов, повышение интереса к географии и истории родного края и др.). Мероприятие начинается в понедельник и длится до пятницы. В четверг последний день участия, а в пятницу подсчитываются баллы, подводятся итоги и награждаются победитель и призеры (3 лучших команды по набранным очкам по итогу недели). За правильно решенные 5 ребусов дается 2 балла, за решенный кроссворд – 2 балла, по посещение лекции – 5 баллов и за квест-игру максимум 5 баллов (лучшая команда по набранным очкам – 5 баллов, 2 место – 4 балла, 3 место – 3 балла и остальные команды по 2 балла за участие).

Технологическая карта урока представлена в Приложении 3. Кроссворд и ребусы представлены в Приложении 4 и Приложении 5 соответственно. Квест-игра представлена в Приложении 6.

Ребусы представляют собой понятия или названия, определения которых ребята смогут узнать и получат на уроке-лекции через раздаточный материал. Ребусов 5 шт.

Кроссворд представляет собой зашифровку 15 слов, которые связаны с различными областями географии и смежными науками.

Квест-игра «Тайны озёрных водосборов: путешествие сквозь время» представляет собой состязание команд в виде исследовательской экспедиции: команды – это «научные отряды», которым нужно собрать «данные» о динамике ландшафтов водосборов озёр Челябинской области, чтобы подготовить краткий отчёт для экологического совета. Есть 5 станций. Игра опирается на гипотетические данные водосборов озер (палинология, морфометрия, антропогенное воздействие) и адаптирована под 7–9 классы.

Ниже приведен краткий конспект урока-лекции по теме «Ландшафты водосборов озер Челябинской области».

Конспект урока

Тема: «Ландшафты водосборных бассейнов озёр Южного Урала: почему они не стоят на месте» (на примере озёр Уфимское и Серебры).

Тип урока: урок открытия нового знания (урок-лекция).

Продолжительность:45 минут.

Цель: сформировать у обучающихся представление о ландшафте как о непрерывно изменяющейся системе; показать, что и природные процессы, и деятельность человека постоянно перестраивают облик территории – на примерах озёр Уфимское и Серебры раскрыть разные скорости и причины этих изменений.

Задачи:

- Образовательная: познакомить обучающихся с понятиями «ландшафт», «водосборный бассейн», «динамика ландшафта», «антропогенное воздействие»; раскрыть на конкретных примерах, как природные и антропогенные факторы меняют территорию.

- Развивающая: развивать умение устанавливать причинно-следственные связи, сравнивать объекты по скорости и характеру изменений, работать с временными шкалами, выделять главное в устном сообщении.

- Воспитательная: формировать экологическое мышление, понимание ценности природных комплексов родного края, ответственное отношение к окружающей среде через осознание того, что изменения в природе происходят постоянно и могут быть ускорены деятельностью человека.

Планируемые результаты:

Предметные: обучающиеся смогут объяснять, почему ландшафт нельзя считать неизменным; различать быстрые (видимые при жизни человека) и медленные (тысячелетние) изменения; приводить примеры влияния природных и антропогенных факторов на водосборы; корректно использовать понятия «водосбор», «динамика ландшафта», «антропогенное воздействие».

Метапредметные: развитие умений выделять причинно-следственные связи, сравнивать объекты по скорости и характеру изменений, работать с временными шкалами, формулировать выводы.

Личностные: формирование понимания, что природа родного края – это не «застывшая картинка», а живая, меняющаяся система, которую важно изучать и беречь.

Ход урока

Этап 1. Организационный момент и мотивация (3 мин)

Приветствие, проверка готовности.

Учитель: «Ландшафт – это не застывшая картина, а постоянно изменяющаяся система. Сегодня мы выясним, какие силы меняют ландшафты и как учёные изучают эти изменения».

Этап 2. Актуализация знаний и постановка проблемы (7 мин)

Фронтальная беседа с использованием карты Челябинской области.

Вопросы:

Что может измениться на одном и том же озере за несколько лет?

- Что может измениться через 100 или 10 000 лет?

- Какие силы изменяют ландшафт?

На доске написаны факторы: природные факторы: ветер, дожди, эрозия, оползни; и антропогенные факторы: строительство, вырубка лесов, водозабор.

Проблемный вопрос:

«Как доказать, что ландшафт постоянно меняется, и как определить роль природы и человека в этих изменениях?»

Показ на карте озёр Уфимское и Серебры как примеров различной степени антропогенного воздействия.

Этап 3. Изучение нового материала (25 мин)

1. Ландшафт как система (4 мин)

Ландшафт включает рельеф, воды, почвы, растительность и климат. Изменение одного компонента вызывает изменения всей системы.

Ключевая мысль: ландшафт – это процесс, а не состояние.

2. Скорости изменений ландшафта (5 мин)

- Быстрые (годы–десятилетия): эрозия берегов, зарастание водоёмов, изменение уровня воды.

- Средние (сотни–тысячи лет): смена растительности, заиление озёр, изменение русел рек.

- Медленные (десятки тысяч лет): формирование озёрных котловин, климатические изменения.

Вопрос: «Какие изменения можно заметить в течение жизни человека?»

3. Палинологический метод (4 мин)

Донные отложения озёр сохраняют пыльцу, споры, остатки водорослей и минералы. По ним учёные восстанавливают историю климата и растительности.

Палинологический анализ – изучение прошлого по пыльце и спорам в донных осадках.

4. Южный Урал как территория контрастов (3 мин)

Сложный рельеф и климат создают разнообразие ландшафтов, а хозяйственная деятельность человека ускоряет их изменения.

5. Озёра Уфимское и Серебры (7 мин)

Озеро Уфимское:

- средняя глубина около 1,1 м;
- площадь водосбора 4,9 км²;
- памятник природы;
- изменения преимущественно природного характера.

Озеро Серебры:

- средняя глубина около 5,1 м;
- площадь водосбора 11,1 км²;
- используется для водоснабжения;
- рядом расположены город и плотина.

Последствия антропогенного воздействия:

- изменение уровня воды;
- трансформация береговой линии;
- загрязнение почв и вод;
- появление мертвопокровных лесов.

Озеро Уфимское изменяется преимущественно под воздействием природных факторов, а озеро Серебры – под совместным влиянием природы и человека.

6. Значение изучения динамики ландшафтов (2 мин)

Понимание изменений позволяет выявлять экологические проблемы, прогнозировать последствия хозяйственной деятельности и разрабатывать природоохранные меры.

Этап 4. Первичное закрепление (7 мин)

Вопросы:

1. Почему ландшафт нельзя считать статичной системой?

2. Как палинологический анализ помогает изучать прошлое?

3. Чем отличаются изменения на озёрах Уфимское и Серебры?

4. Какие изменения могут произойти на этих озёрах через 100 лет?

Приём «Лента времени»: обучающиеся определяют скорость изменений («быстро», «средне», «медленно») для предложенных событий.

Этап 5. Подведение итогов (3 мин)

Основные выводы:

1. Ландшафт представляет собой динамическую систему взаимосвязанных компонентов.

2. Изменения ландшафта происходят с разной скоростью и изучаются специальными методами.

3. Деятельность человека способна существенно ускорять природные изменения.

Заключение: «Понимание динамики ландшафтов помогает лучше изучать природу родного края и сохранять её для будущих поколений».

## Выводы по главе 3

В ходе анализа динамики ландшафтов водосборов озёр Уфимское и Серебры установлена чёткая связь трансформации растительности с климатическими этапами голоцена. Палинологические данные донных отложений отражают последовательную смену ландшафтных формаций: от тундростепей позднеледниковья – к сосново-берёзовым и смешанным лесам в тёплый период среднего голоцена, а затем к упрощению структуры растительного покрова в позднем голоцене.

Выявлены существенные различия в современном состоянии водосборов. На озеро Серебры приходится наиболее выраженная антропогенная нагрузка: она проявляется в значительном превышении ПДК тяжёлых металлов, а также в изменении гидрологического режима из-за подъёма уровня воды на 3 метра за последние 60 лет. В почвах вблизи озера концентрации меди и цинка превышают фоновые значения в 5–10 раз, что угнетает биологическую активность и снижает плодородие.

Озеро Уфимское характеризуется более благоприятной экологической обстановкой, что связано с меньшим уровнем антропогенного воздействия и статусом памятника природы. Тем не менее и здесь фиксируются негативные тенденции: рост содержания органического вещества в донных отложениях, увеличение доли цианобактерий и сокращение прибрежной растительности – признаки начальной стадии эвтрофикации и влияния рекреационной нагрузки.

Биоиндикационные данные (анализ диатомовых водорослей) подтверждают разную степень нарушенности экосистем: в озере Серебры преобладают виды, устойчивые к загрязнению, а биоразнообразие сосудистых растений снизилось на 10–15 % по сравнению с фоновыми участками; в озере Уфимское видовое разнообразие остаётся выше, но структурные изменения фитопланктона указывают на нарастающую нагрузку.

Разработанные методические материалы (урок-лекция, кроссворд, ребусы, квест-игра) позволяют наглядно показывать школьникам динамику ландшафтов и роль природных и антропогенных факторов в их трансформации.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования в работе была сформирована теоретико-методологическая база: систематизированы ключевые понятия (озёрный водосбор, ландшафт, динамика ландшафтов), раскрыта специфика палинологического (спорово-пыльцевого) анализа как инструмента реконструкции палеорастительности и палеоклимата, а также охарактеризованы физико-географические особенности Южного Урала. Это обеспечило единый подход к изучению трансформаций ландшафтов и обосновало выбор комплекса методов – от анализа донных отложений до педагогического проектирования.

Анализ динамики ландшафтов на временном отрезке от позднеледниковья до современности показал многоуровневый характер трансформаций. Палинологические данные позволили восстановить последовательную смену растительных формаций: от тундроподобных ландшафтов и берёзовых редколесий к сосново-берёзовым и смешанным лесам в период климатического оптимума, а затем к доминированию светлохвойных лесов в позднем голоцене. Одновременно проявилось нарастающее влияние антропогенных факторов: регулирование гидрологического режима (подъём уровня воды на озере Серебры на 3 м за 60 лет), промышленное загрязнение (многократное превышение ПДК по меди и цинку в озере Серебры), вырубка лесов и усиление рекреационной нагрузки. Сопоставление природных и антропогенных процессов продемонстрировало, что современные ландшафты водосборов – это результат сложного взаимодействия длительных естественных изменений и интенсивного воздействия человека, причём в последние столетия роль антропогенного фактора стала определяющей.

Оценка экологического состояния водосборов, выполненная на основе гидрохимических, почвенных и биоиндикационных данных (включая анализ диатомовых водорослей), выявила напряжённую

ситуацию, особенно в районе озера Серебры. Здесь зафиксированы значительные превышения фоновых концентраций тяжёлых металлов в почвах и донных отложениях, снижение биоразнообразия, деградация прибрежно-водной растительности. Озеро Уфимское характеризуется более благоприятными показателями, что обусловлено меньшим уровнем антропогенного воздействия и статусом памятника природы. При этом и на его территории отмечены признаки эвтрофикации и умеренной антропогенной нагрузки. Установлена чёткая корреляция между степенью трансформации ландшафтов и близостью к промышленным объектам, а также интенсивностью хозяйственного использования территории.

Важным прикладным результатом работы стала разработка методических материалов для обучающихся 7–9 классов: урок-лекция, квест-игра, ребусы и кроссворд. Эти материалы позволяют транслировать научные данные в образовательный процесс, формируя у обучающихся представление о ландшафте как о динамичной системе, развивая навыки анализа географических данных и экологическое мышление. Их ценность заключается в сочетании научной достоверности – опоры на реальные палинологические и гидрохимические данные по озёрам Уфимское и Серебры – с методической доступностью для обучающихся основной школы.

Выявленные закономерности подтверждают, что динамика ландшафтов водосборов имеет как долгосрочные климатически обусловленные тренды, так и современные, ускоренные антропогенными факторами изменения. Наиболее выраженные трансформации зафиксированы в водосборе озера Серебры, тогда как озеро Уфимское демонстрирует относительную устойчивость. При этом ряд вопросов остаётся открытым и требует дальнейшего изучения. Необходим регулярный мониторинг текущих изменений – в том числе динамики концентраций загрязняющих веществ, состояния донных отложений и биоразнообразия, – а также расширение сети наблюдательных пунктов для

оценки пространственной неоднородности трансформаций. Перспективными направлениями продолжения работы являются организация долгосрочного экологического мониторинга водосборов, углубление палинологических исследований (увеличение числа точек отбора проб на других озерах, уточнение хронологической привязки слоёв), создание ГИС-моделей динамики ландшафтов водосборов озер Челябинской области и применение разработанных методических материалов в образовательных организациях региона.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ


1. Абдрахманов, Р. Ф. Геохимия и формирование подземных вод Южного Урала / Р. Ф. Абдрахманов, В. Г. Попов ; отв. ред. чл.-корр. РАН В. Н. Пучков. – Уфа : АН РБ, Гилем, 2010. – 420 с.
2. Авдеев, В. Д. К методике пыльцевого анализа / В. Д. Авдеев // Ботанический журнал. – 1953. – Т. 38, № 3. – С. 407–411.
3. Ананьев, Г. С. Распределение пыльцы и спор в современных континентальных отложениях восточного склона Южного и Среднего Урала / Г. С. Ананьев, И. А. Каревская // Ботанический журнал. – 1970. – Т. 55, № 6. – С. 864–869.
4. Андреева, М. А. Озёра Среднего и Южного Урала / М. А. Андреева. – Челябинск : Южно-Уральское книжное издательство, 1973. – 272 с.
5. Антонова, Р. В. К вопросу о влиянии морфометрических характеристик озёр и их водосборов на трофический статус водоёмов / Р. В. Антонова, Д. В. Севастьянов // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2004. – № 1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-vliyanii-morfometricheskih-harakteristik-ozer-i-ih-vodosborov-na-troficheskiy-status-vodoemov-1 (дата обращения: 22.05.2026).
6. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Издательство МГУ, 1970. – 488 с.
7. Бондарев, В. П. Водосборный бассейн как комплексная социоприродная иерархическая система / В. П. Бондарев // Жизнь Земли. – 2020. – № 3. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vodosbornyy-basseyn-kak-kompleksnaya-sotsioprirodnaya-ierarhicheskaya-sistema (дата обращения: 15.05.2026).
8. Борзенкова, И. И. Климаты позднеледниковья голоцена (последние 17–16 тыс. лет) / И. И. Борзенкова // Изменение климата в кайнозое. – Санкт-Петербург : Гидрометеоиздат, 1992. – С. 134–161.

9. Борисова, О. К. Определение концентрации пыльцы и спор в осадках как инструмент реконструкции растительности / О. К. Борисова, Е. Ю. Новенко // Методические аспекты палинологии : материалы к X Всероссийской палинологической конференции. – Москва, 2002. – С. 26–27.

10. Величко, А. А. Голоцен как элемент общепланетарного природного процесса. Проблемы теории и методики палеоклиматических реконструкций / А. А. Величко // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. – Москва : Наука, 1989. – С. 5–12.

11. Водосборная площадь // Большая советская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – Москва : Советская энциклопедия, 1971. – Т. 5. – 220 с.

12. Горденко, Н. В. Палинология / Н. В. Горденко // Большая российская энциклопедия. – Москва, 2014. – Т. 25. – С. 154.

13. Демкин, В. С. Повышение рекреационного потенциала озера Серебры в городе Карабаш Челябинской области / В. С. Демкин // Колпинские чтения: детско-юношеский туристско-краеведческий форум : материалы VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции-конкурса публикаций, посвящённой 80-летию полного освобождения Ленинграда от фашистской блокады, Санкт-Петербург, 28 марта 2024 года. – Санкт-Петербург : Ленинградский областной институт развития образования, 2024. – С. 40–44.

14. Дерягин, В. В. Ландшафт водосбора озера Уфимское (Южный Урал) на временных срезах голоцена / В. В. Дерягин, А. В. Масленникова, О. П. Колодич // Ландшафтоведение и ландшафтная экология: коадаптация ландшафта и хозяйственной деятельности : материалы международной научно-практической конференции, Симферополь, 20–25 сентября 2020 года / ред. Е. А. Позаченюк [и др.]. – Симферополь : Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, 2020. – С. 246–251.

15. Дерягин, В. В. Озёрные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия : автореф. дис. канд. геогр. наук / В. В. Дерягин. – Пермь, 1999. – 23 с.

16. Дерягин, В. В. Полевая практика по геоморфологии в виде экспедиционного маршрута на административной территории г. Карабаша : учебно-методическое пособие / В. В. Дерягин. – Челябинск : АБРИС, 2010. – 76 с. – ISBN 978-5-901542-59-0.

17. Дерягин, В. В. Режимы осадконакопления в озёрах Серебры и Сырыткуль (Южный Урал) / В. В. Дерягин, А. В. Масленникова, А. В. Дерягин // Вестник ЧелГУ. – 2011. – № 5. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rezhimy-osadkonakopleniya-v-ozerah-serebry-i-syrytkul-yuzhnyy-ural (дата обращения: 29.04.2026).

18. Дзугаев, М. Д. Карабаш – город «экологического бедствия» / М. Д. Дзугаев // Вестник ЧелГУ. – 2003. – № 2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/karabash-gorod-ekologicheskogo-bedstviya (дата обращения: 18.05.2026).

19. Истомина, С. А. Вирулентные афазии голоценного эпонома / С. А. Истомина // Евразийский Союз Учёных. – 2017. – № 2 (35). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/virulentnye-afazii-golotsennogo-eponoma (дата обращения: 29.04.2026).

20. Исупова, М. В. Озеро / М. В. Исупова, К. К. Эдельштейн // Большая российская энциклопедия : научно-образовательный портал. – 2023. – URL: https://bigenc.ru/c/ozero-2cb25f/?v=9875604 (дата обращения: 18.05.2026).

21. Кац, Н. Я. О сменах растительности на восточных склонах Южного Урала в послеледниковое время / Н. Я. Кац, С. В. Кац // Бюллетень МОИП. Отделение биологии. – 1979. – Т. 83, № 4. – С. 89–96.

22. Климович, С. В. Подходы к оценке рекреационной пригодности поверхностных водоёмов / С. В. Климович, В. Н. Бортновский // Проблемы здоровья и экологии. – 2008. – URL:

https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-otsenke-rekreatsionnoy-prigodnosti-poverhnostnyh-vodoemov (дата обращения: 12.05.2026).

23. Колбовский, Е. Ю. Ландшафтоведение : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Е. Ю. Колбовский. – 3-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 480 с.

24. Копцик, Г. Н. Анализ структурно-функциональной организации лесных почв Южной тайги как основа почвенно-экологического мониторинга / Г. Н. Копцик, Е. Н. Перова // Лесоведение. – 2000. – С. 12–22.

25. Крашенинников, И. М. Сосновые боры Челябинского уезда / И. М. Крашенинников // Географические работы. – Москва : Географгиз, 1954. – С. 27–36.

26. Лаврушин, Ю. А. Основные геолого-палеоэкологические события конца позднего плейстоцена и голоцена на восточном склоне Южного Урала / Ю. А. Лаврушин, Е. А. Спиридонова // Природные системы Южного Урала. – Челябинск : ЧелГУ, 1999. – С. 66–103.

27. Любов, М. С. Физическая география России: общая и региональная часть : учебное пособие для студентов / М. С. Любов ; Арзамасский филиал ННГУ. – 2-е изд., испр. и доп. – Арзамас : Арзамасский филиал ННГУ, 2015. – 183 с. – ISBN 978-5-9906216-2-6.

28. Масленникова, А. В. Изменение минерального состава донных отложений озеро Уфимское (Южный Урал) в позднеледниковье–голоцене / А. В. Масленникова, В. В. Ершов // Уральский минералогический сборник. – 2010. – № 17. – С. 140–142.

29. Масленникова, А. В. Корреляция голоценовых разрезов донных отложений озёр Южного и Среднего Урала / А. В. Масленникова, В. В. Дерягин, В. Н. Удачин // Вестник геонаук. – 2012. – № 3 (207). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsiya-golotsenovyh-razrezov-donnyh-otlozheniy-ozer-yuzhnogo-i-srednego-urala (дата обращения: 29.04.2026).

30. Масленникова, А. В. Оценка влияния процессов горно-промышленного техноегеза на акватории озёр Южного Урала / А. В. Масленникова, В. Н. Удачин // Антропогенная трансформация природной среды : материалы Международной конференции, Пермь, 18–21 октября 2010 года. В 2 ч. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2010. – Т. 1, ч. 2. – С. 30–36.

31. Маслов, А. В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных : учебное пособие / А. В. Маслов. – Екатеринбург : Издательство УГГУ, 2005. – 289 с.

32. Михайлов, В. Н. Водосборный бассейн / В. Н. Михайлов // Большая российская энциклопедия : научно-образовательный портал. – 2023. – URL: https://bigenc.ru/c/vodosbornyi-bassein-23fe21/?v=6506110 (дата обращения: 18.05.2026).

33. Некрасова, О. А. Палеоэкологические условия в суббореальный и субатлантический периоды лесостепной зоны Южного Урала / О. А. Некрасова, А. П. Учаев // Вестник ОГУ. – 2015. – № 10 (185). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/paleoekologicheskie-usloviya-v-subborealnyy-i-subatlanticheskiy-periody-lesostepnoy-zony-yuzhnogo-urala (дата обращения: 29.04.2026).

34. Озеро Серебры // Портал Челябинской области. – URL: http://chel-portal.ru/enc/Serebry (дата обращения: 01.05.2026).

35. Публичная лекция «Озеро Серебры: само по себе и для людей». – URL: http://www.youtube.com/watch?v=gpmjcHJI1N4 (дата обращения: 06.05.2026).

36. Раковская, Э. М. Физическая география России : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Педагогическое образование» : в 2 т. / Э. М. Раковская. – Москва : Академия, 2013. – Т. 2. – 255 с. : ил., карты, табл. – ISBN 978-5-7695-9571-4.

37. Рудая, Н. А. Палинологический анализ : учебно-методическое пособие / Н. А. Рудая ; Новосибирский государственный университет, Институт археологии и этнографии СО РАН. – Новосибирск, 2010. – 48 с.

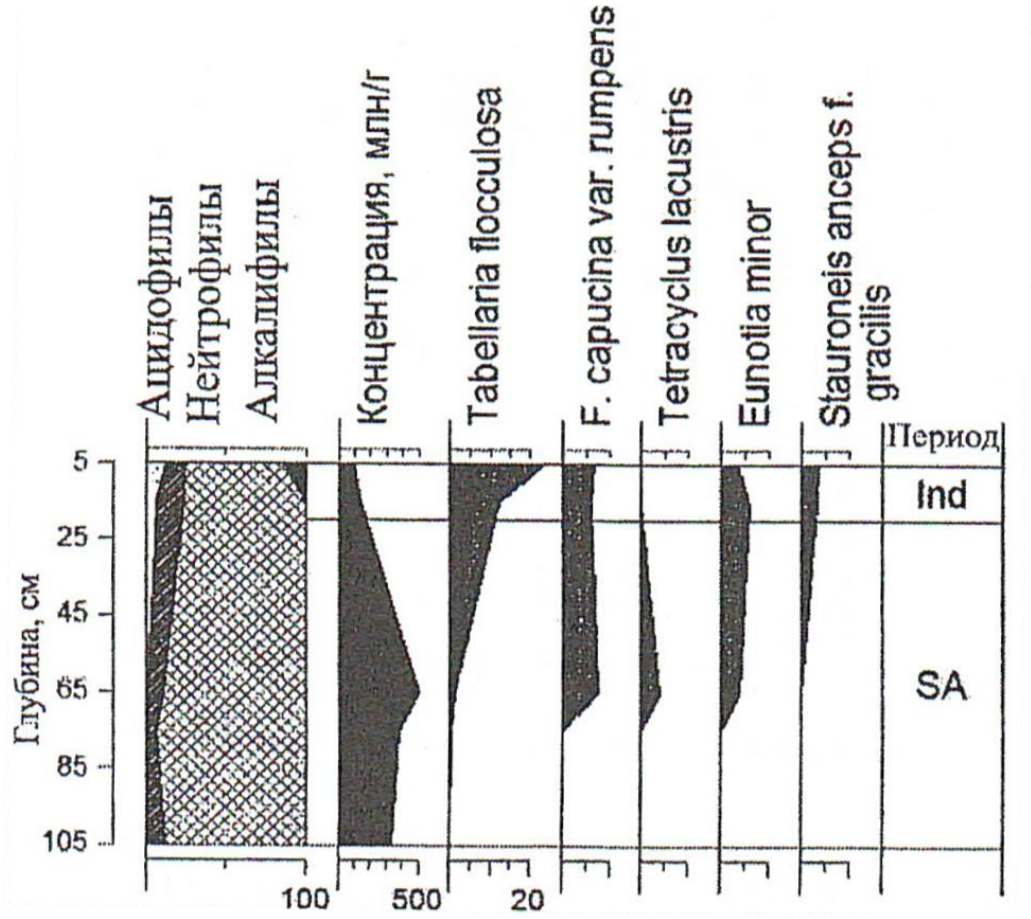
38. Сладков, А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ / А. Н. Сладков ; АН СССР, Всесоюзное ботаническое общество. – Москва : Наука, 1967. – 270 с.

39. Субетто, Д. А. Донные отложения озёр: палеолимнологические реконструкции / Д. А. Субетто. – Санкт-Петербург : Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. – 344 с.

40. Южный Урал // Большая российская энциклопедия. – 2017. – URL: https://old.bigenc.ru/geography/text/4932082 (дата обращения: 01.05.2026).

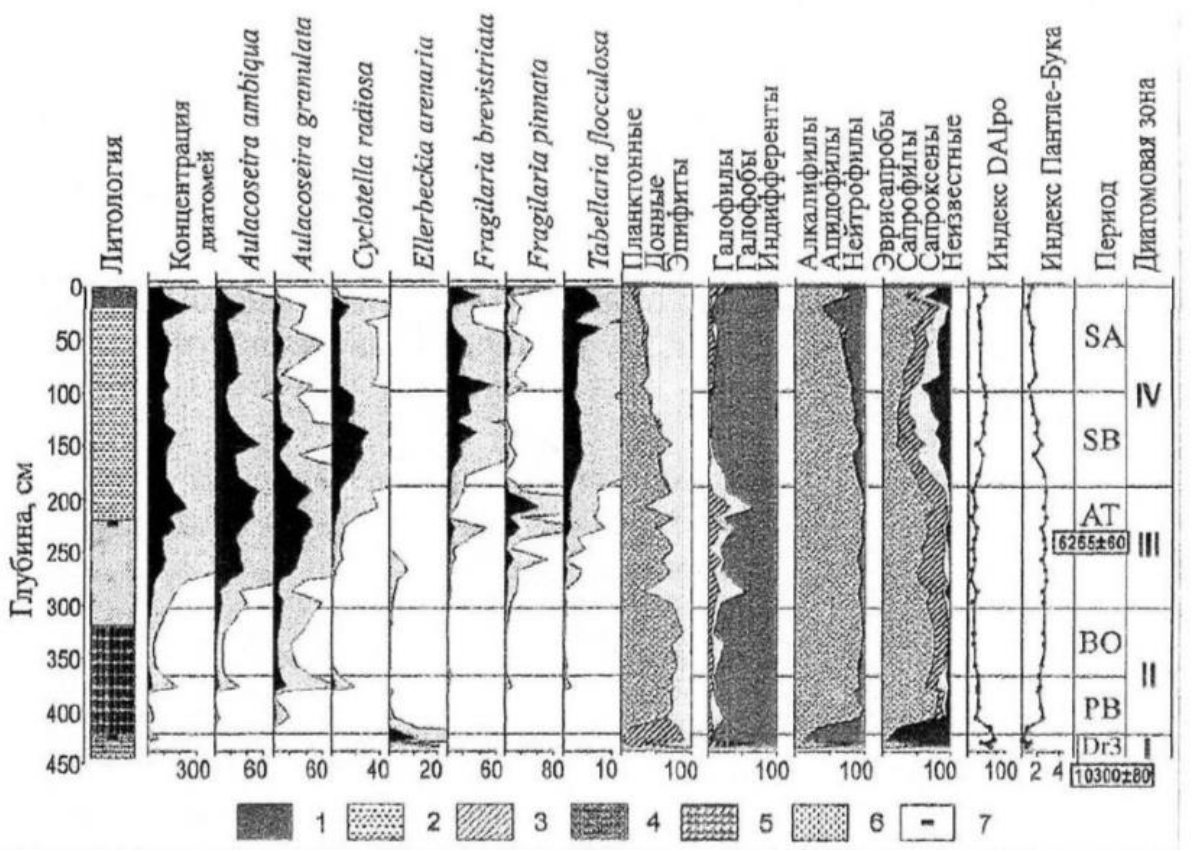
## ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1




Диатомовая диаграмма донных отложений озеро Серебры (по А. В. Масленниковой).

Приложение 2




Диатомовая диаграмма донных отложений оз. Уфимское. Концентрация диатомей в млн./г, экологические группы в %, индексы сапробности в баллах.

1 - темно-бурый обводненный пелитовый сапропель; 2 - буро-оливковый пелитовый сапропель; 3 - оливковый пелитовый сапропель; 4 - буро-оливковый грубо-пелитовый слюдистый сапропель; 5 - опесчаненный слюдистый торфянистый сапро-пель; 6 - песок серый, кварцевый, мелкозернистый; 7 - место отбора проб на AMS$^{14}$C (по А. В. Масленниковой)

Приложение 3

Технологическая карта урока

Тема урока: «Ландшафты водосборных бассейнов озёр Южного Урала: почему они не стоят на месте» (на примере озёр Уфимское и Серебры).

Тип урока: урок открытия нового знания (лекционный формат с элементами беседы и первичным закреплением).

Продолжительность:45 минут.

Цель: сформировать у обучающихся представление о ландшафте как о непрерывно изменяющейся системе; показать, что и природные процессы, и деятельность человека постоянно перестраивают облик территории – на примерах озёр Уфимское и Серебры раскрыть разные скорости и причины этих изменений.

Задачи:

- Образовательная: познакомить обучающихся с понятиями «ландшафт», «водосборный бассейн», «динамика ландшафта», «антропогенное воздействие»; раскрыть на конкретных примерах, как природные и антропогенные факторы меняют территорию.

- Развивающая: развивать умение устанавливать причинно-следственные связи, сравнивать объекты по скорости и характеру изменений, работать с временными шкалами, выделять главное в устном сообщении.

- Воспитательная: формировать экологическое мышление, понимание ценности природных комплексов родного края, ответственное отношение к окружающей среде через осознание того, что изменения в природе происходят постоянно и могут быть ускорены деятельностью человека.

Планируемые результаты:

Предметные: обучающиеся смогут объяснять, почему ландшафт нельзя считать неизменным; различать быстрые (видимые при жизни

человека) и медленные (тысячелетние) изменения; приводить примеры влияния природных и антропогенных факторов на водосборы; корректно использовать понятия «водосбор», «динамика ландшафта», «антропогенное воздействие».

Метапредметные: развитие умений выделять причинно-следственные связи, сравнивать объекты по скорости и характеру изменений, работать с временными шкалами, формулировать выводы.

Личностные: формирование понимания, что природа родного края – это не «застывшая картинка», а живая, меняющаяся система, которую важно изучать и беречь.

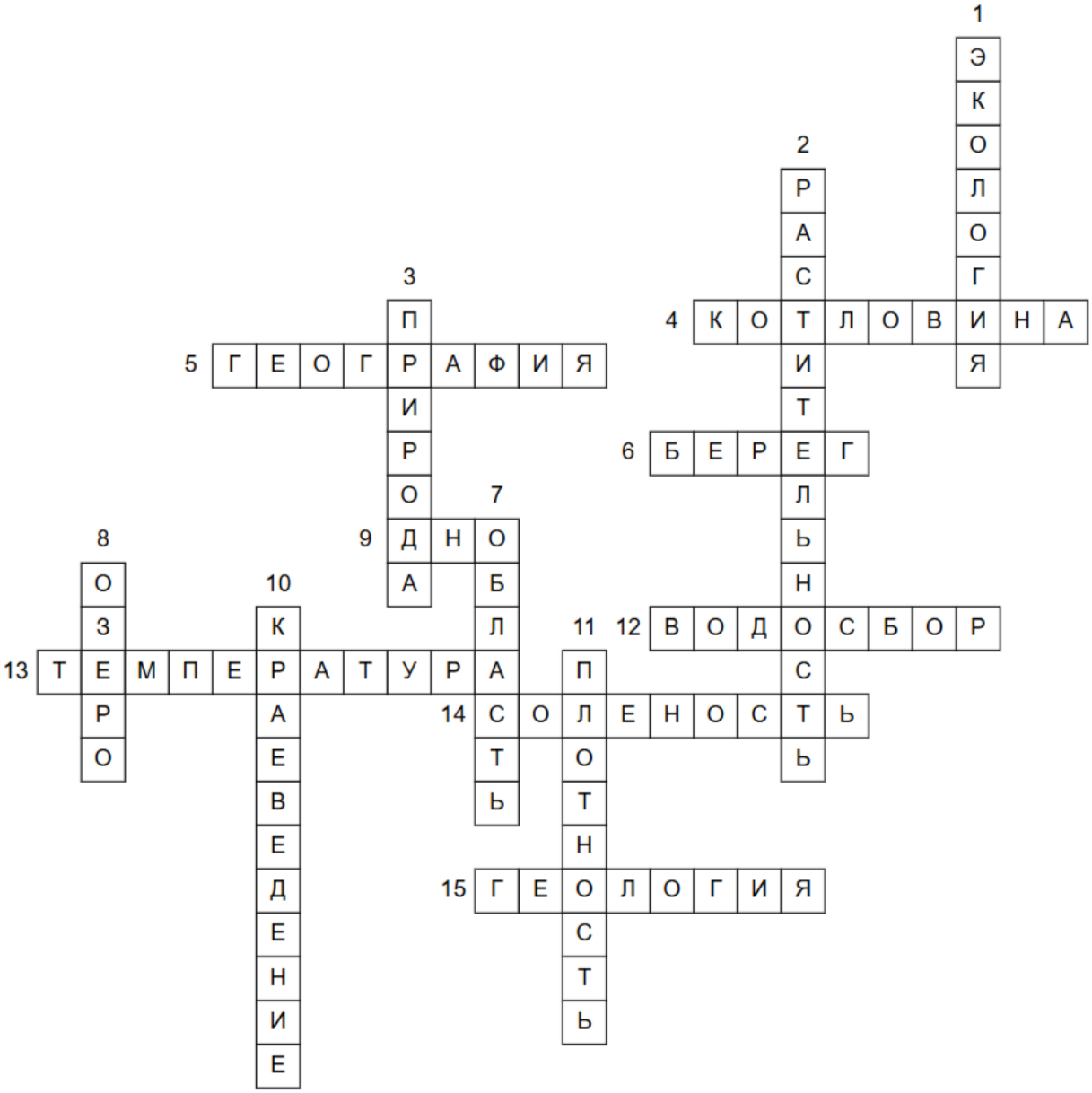
| Этапы урока | Деятельность учителя | Деятельность обучающихся | Универсальные учебные действия |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Организационный этап (3 мин) | Приветствует класс, проверяет готовность. Произносит мотивационную фразу: «Сегодня мы уберём слово „неизменный“ из описания природы. Ландшафт – это не фотография, а кино…». Обозначает цель: научиться видеть изменения ландшафта и различать их причины (природа/человек). | Слушают, настраиваются на работу, фиксируют тему в тетради. | Личностные УУД (включение в учебную деятельность, интерес к родному краю). Регулятивные УУД (постановка индивидуальной познавательной задачи). |
| 2. Актуализация знаний и постановка проблемы (5-7 мин) | Задаёт вопросы: «Что можно заметить у озера, если приходить туда каждый год? А через 100 или 10 000 лет?» Ведёт на доске две колонки: «природные силы» и «человеческие силы». Ставит проблему: «Как учёные доказывают изменения и отличают природные от антропогенных?» Показывает на карте озёра, подчёркивает контраст: одно – природный эталон, другое – под сильным влиянием человека. | Отвечают на вопросы, приводят примеры изменений. Предлагают варианты сил, влияющих на ландшафт. Участвуют в заполнении колонок на доске. | Познавательные УУД (классификация факторов, использование личного опыта). Коммуникативные УУД (аргументация и озвучивание примеров) Регулятивные УУД (соотнесение своих примеров с общей классификацией). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3. Открытие новых знаний (22-25 мин) | Блок 1. Объясняет, что ландшафт – это система взаимосвязанных компонентов; показывает пример: вырубка леса → изменение стока → овраги. Ключевая мысль: ландшафт – процесс, а не состояние.<br>Блок 2. Показывает временную шкалу: быстрые (годы–десятилетия), средние (сотни–тысячи лет), медленные (десятки–сотни тысяч лет) изменения. Задаёт короткий вопрос: «Какое из этих изменений ты мог бы заметить сам?»<br>Блок 3. Рассказывает о палинологическом методе: донные отложения – «архив» истории; пыльца и споры помогают восстановить прошлое.<br>Блок 4. Кратко характеризует Южный Урал как регион контрастов: сложный рельеф и климат + сильное антропогенное влияние.<br>Блок 5. Разбирает примеры: Уфимское (преимущественно природные изменения, медленные) и Серебры (антропогенное ускорение изменений: плотина, выбросы, мертвопокровные леса). Делает вывод: оба ландшафта меняются, но разными темпами и под действием разных сил.<br>Блок 6. Подчёркивает важность понимания динамики для прогноза и охраны природы. | Слушают объяснение, следят за визуальными материалами. Отвечают на короткие вопросы учителя. Фиксируют в тетради ключевые термины и примеры. | Познавательные УУД (установление причинно-следственных связей, работа с временной шкалой, освоение палинологического метода).<br>Регулятивные УУД (фиксация главного, планирование запоминания).<br>Коммуникативные УУД (ответы на вопросы, восприятие информации).<br>Личностные УУД (осознание ценности природных комплексов). |
| 4. Первичное закрепление (7-10 мин) | Проводит фронтальное мини-обсуждение (по 30–40 секунд на вопрос):<br>1) Почему ландшафт не статичен? Приведи пример | Участвуют в обсуждении, отвечают на вопросы своими словами. В | Познавательные УУД (применение понятий, соотнесение событий и масштабов изменений).<br>Регулятивные УУД |

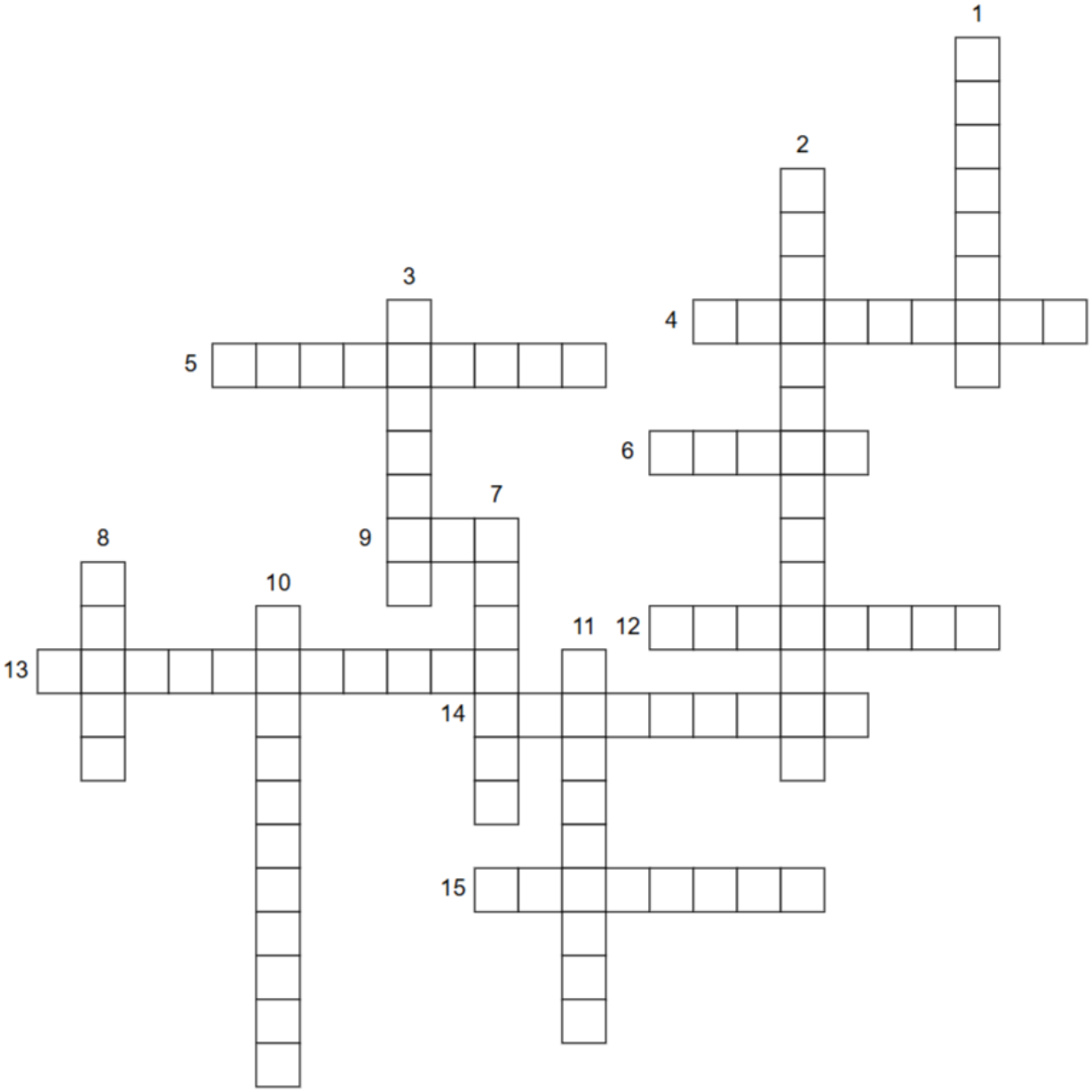
| | | | |
|---|---|---|---|
| | быстрого и медленного изменения.<br>2) Как палинологический анализ помогает изучать изменения?<br>3) Чем отличаются скорости изменений на Уфимском и Серебрах? Назови по 1 причине природного и антропогенного характера для каждого озера.<br>4) Что, скорее всего, изменится через 100 лет?<br>Затем проводит приём «Лента времени»: называет событие («построили плотину», «выпал сильный ливень», «изменился климат»), ученики поднимают карточку или говорят «быстро/средне/медленно» и кратко поясняют влияние. | приёме «Лента времени» определяют скорость изменения и кратко обосновывают. | (оценка знаний, фиксация ключевого вывода).<br>Коммуникативные УУД (участие в обсуждении, краткие ответы).<br>Личностные УУД (осознание личной значимости темы). |
| 5. Подведение итогов (3-5 мин) | Формулирует 3 ключевых вывода: 1) ландшафт – живая система; 2) изменения идут на разных скоростях, учёные используют разные методы; 3) человек способен сильно ускорять изменения, поэтому важно понимать динамику.<br>Завершает фразой: «Сегодня мы научились смотреть на природу не как на что-то вечное, а как на непрерывный процесс». | Обучающиеся слушают итоговые выводы, соотносят их со своими записями. | Регулятивные УУД (рефлексия, соотнесение новых выводов с исходными представлениями).<br>Познавательные УУД (обобщение информации).<br>Личностные УУД (осмысление ценности изучения динамики ландшафтов, готовность к ответственному отношению к природе). |

Приложение 4

Кроссворд с ответами



Кроссворд без ответов




Вопросы по вертикали

1. Наука про то, как растения, животные и люди связаны с окружающим миром.

2. Все растения, которые растут в одном месте, вместе.

3. Всё, что не сделал человек: горы, леса, реки, звери, птицы.

7. Большая часть страны или республики, у которой есть своё название (как Свердловская или Челябинская).

8. Вода в углублении, которая никуда не течёт, не река и не море.

10. Когда изучают свой родной край: что тут растёт, какие есть места, кто тут жил раньше.

11. То, насколько «тяжёлым» получается предмет для своего размера: например, кусок железа тяжелее такого же по размеру куска дерева.

Вопросы по горизонтали

4. Такое «блюдце» в земле, куда может натечь вода и получится озеро.

5. Наука, которая рассказывает про страны, климат, реки и горы.

6. Край у воды: у реки, озера или моря.

9. Самая нижняя часть озера, реки или моря.

12. Вся земля вокруг, откуда вода сбегает в одну реку или озеро.

13. Насколько тепло или холодно; её показывают цифры на термометре.

14. Количество соли, растворенной в воде; в море её много, а в реке почти нет.

15. Наука про камни, горные породы и то, как устроена Земля внутри.

Ответы на кроссворд:

1. ЭКОЛОГИЯ

2. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

3. ПРИРОДА

4. КОТЛОВИНА

5. ГЕОГРАФИЯ

6. БЕРЕГ

7. ОБЛАСТЬ

8. ОЗЕРО

9. ДНО

10. КРАЕВЕДЕНИЕ

11. ПЛОТНОСТЬ

12. ВОДОСБОР

13. ТЕМПЕРАТУРА

14. СОЛЕНОСТЬ

15. ГЕОЛОГИЯ

Приложение 5

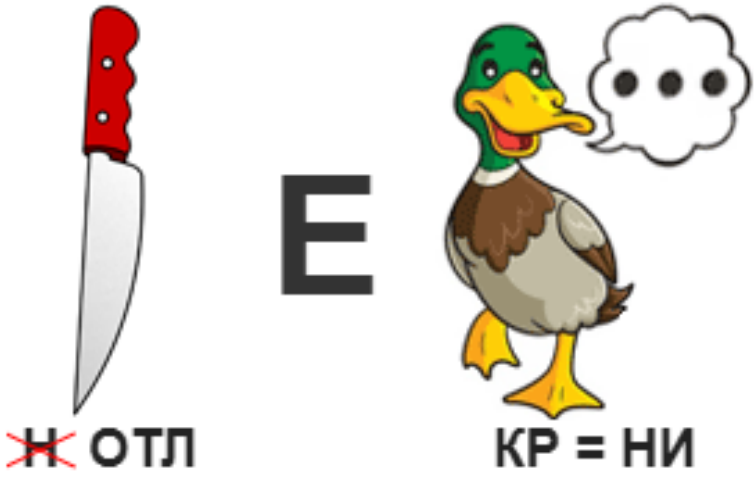
Ребусы

1.



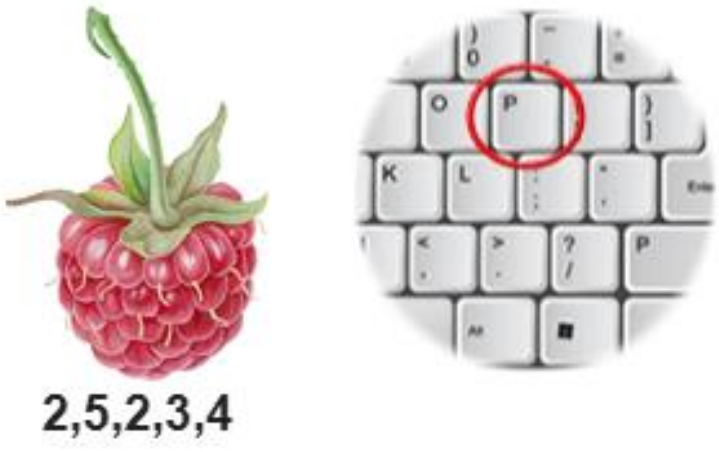

Ответ: Ландшафт

2.




Ответ: Отложения

3.



Ответ: Анализ

4.









Ответ: Денудация

5.









Ответ: Палинология

Приложение 6

Квест-игра «Тайны озёрных водосборов: путешествие сквозь время»

Квест построен как исследовательская экспедиция: команды – это «научные отряды», которым нужно собрать «данные» о динамике ландшафтов водосборов озёр Челябинской области, чтобы подготовить краткий отчёт для экологического совета. Есть 5 станций. Игра опирается на гипотетические данные (палинология, морфометрия, антропогенное воздействие) и адаптирована под 7–9 классы.

Возраст: 7–9 классы.

Формат: командный (по 4–7 человек и более).

Длительность: 45–60 минут.

Место: кабинет географии + рекреация/коридор (для станций).

Станция 1. «Полевая разведка: строим водосбор по высотам»

В Челябинской области озёра «собирают» воду со склонов. Водосбор – как чаша: вода течёт вниз от водораздела (самых высоких точек) к озеру. Твоя задача – как у настоящего исследователя: по отметкам высот выделить водосбор и понять, что может попасть в озеро.

Задание

Найди озеро Сугояк (203,8 м) – это самая низкая точка.

Проведи красную линию водораздела по самым высоким отметкам (265–280 м), чтобы вся вода внутри текла в озеро.

Напиши 1 предложение для отчёта: «Водосбор озера Сугояк включает [объекты], главные риски – [что именно опасно]». Тогда дети сами впишут то, что нашли на своей карте.

Что получают: часть информации, которую они используют для составления отчета.

Станция 2. «Лаборатория времени: читаем историю озера по пыльце»

Ты – палинолог-исследователь. Пыльца не гниёт и оседает в донных слоях годами: по ней учёные узнают, какой была природа вокруг озера 100, 500 и даже 2000 лет назад. Сегодня тебе предстоит «прочитать»

прошлое: по набору слоёв с пыльцой восстановить, как менялся ландшафт, и понять, какие перемены могли навредить озеру.

Задание

Перед тобой 4 карточки-слоя с условными значками: пыльца сосны, пыльца березы, много трав, немного угля.

Разложи их от древнего к новому.

К каждому слою подбери 1 короткую подпись-вывод: «холодно, леса почти не было», «стало теплее, росли березы», «луга и травы – климат менялся», «был пожар или костёр».

Определи 1 экологическую проблему, которую можно связать с этими изменениями: например, «после пожара лес долго восстанавливается», «смена леса на луга – значит, менялся водный режим», «появление угля – признак сильного воздействия на экосистему».

Запиши для отчёта Экосовета фразу: «По пыльце видно, что ландшафт вокруг озера [изменился так-то], поэтому сейчас важно [что сделать/на что обратить внимание]».

Подсказка: самый нижний слой – самый старый. Береза растёт в тёплом климате, значит, он не может быть в самом низу, если раньше было холодно. Уголь – это всегда резкое событие: пожар, выжигание, иногда деятельность людей.

Станция 3. «Экопатруль: фиксируем нагрузку на водосбор»

Вводно (20–30 секунд): не все изменения в природе – дело рук стихии: рядом с озёрами люди строят, распахивают поля, прокладывают дороги – и это меняет водосбор. Твоя задача – как у полевого эколога: отличить природные процессы от антропогенных и оценить их влияние.

Задание

Даны 6 карточек-фото (или схем): мёртвые деревья, плотина, овраг после ливня, пляж, трубы, скатившийся камень.

Раздели на две кучки: «природа» и «человек».

Для 3 карточек с «человеком» заполни мини-табличку (по 1–2 слова): «объект» → «что делает» → «эффект на озеро» (например: «трубы» → «сливают воду» → «загрязнение»).

Напиши 1 предложение для отчёта: «Сильнее всего на озеро влияет [объект], потому что [эффект]».

Они забирают фрагмент и движутся дальше.

Подсказка: постройки, дороги, трубы, пляжи – это почти всегда антропогенное воздействие; ливни, оползни, падение камней – природные процессы.

Станция 4. «Рыбацкая загадка: кто живёт в озере?» (мини-ролевая игра)

Идея: познакомить с типичными обитателями озёр Челябинской области и показать, как они зависят от состояния воды.

Задание

Распределите в команде две роли: Рыболов и Эколог. Рыболов подбирает рыб так, чтобы их было много, и они были «удобными для ловли». Эколог следит, чтобы выбор соответствовал состоянию воды: чистая/мутная, глубокая/мелкая.

Карточки с силуэтами рыб и короткими описаниями: «любит чистую холодную воду и прячется под камнями», «живёт в зарослях, ест водоросли», «держится у дна, не любит мутную воду», «ест мелких рачков, любит течение».

Сопоставить описание с рыбой (щука, окунь, плотва, налим) и выбрать, в каком озере каждая будет чувствовать себя лучше: в «чистом и глубоком» или в «мелком и заросшем».

В конце команда объясняет: «Мы выбрали этих рыб, потому что озеро [такое-то], а эти рыбы [такие-то]».

Станция 5.

«Экологический прогноз: что будет с озером?» (экологический уклон вместо «сухих» цифр)

Цифры важны, но главное – понять, к чему они ведут: как быстро озеро может пострадать и что реально можно сделать, чтобы его защитить. Эколог-прогнозист на основе морфометрии и ситуации на местности предсказывает возможные угрозы и предлагает простое решение, которое реально внедрить. Представь, что ты один из них.

Задание

Перед тобой краткая карточка по двум озёрам:

Озеро Еловое: площадь – 1,2 км², средняя глубина – 6 м, прозрачность – 4 м, берега каменистые, вокруг лес, тропинки, нет построек.

Озеро Малый Агардяш: площадь – 0,7 км², средняя глубина – 2 м, прозрачность – 1,5 м, берега песчаные, есть пляж, рядом деревня.

Ответь на вопросы и сразу дай решение:

Какое озеро быстрее пострадает от смыва почвы после ливня и почему? (Подсказка: смотри на глубину и тип берега.)

В каком озере заметнее станет цветение воды при попадании удобрений? (Подсказка: в мелком и более тёплом цветение наступает быстрее.)

Какое озеро сильнее страдает от вытаптывания берега и почему это опасно? (Подсказка: песок легко размывается, корни растений гибнут.)

Теперь выбери одно озеро и составь для Экосовета короткий прогноз из двух частей:

«Главная угроза для озера … – это …, потому что …».

«Мы предлагаем простое решение: … (1–2 действия, которые реально сделать: поставить щит с правилами, организовать тропу, провести субботник и т. п.)».

Подсказка: мелкое озеро с пляжем и деревней рядом – это «слабое звено»: оно быстрее мутнеет, быстрее цветёт и быстрее теряет берег. Глубокое лесное озеро устойчивее, но тоже нуждается в защите – например, в сохранении леса как естественного фильтра.

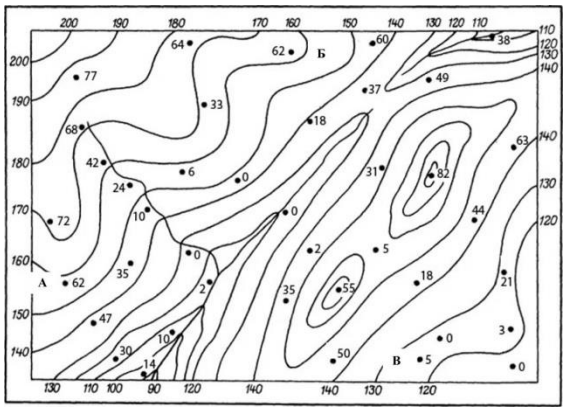
Если скажешь, какие материалы точно будут (бумага, маркеры, распечатки), я подгоню эти станции под формат «распечатал-разложил-играем» и сделаю короткие карточки под каждое задание.

Итог

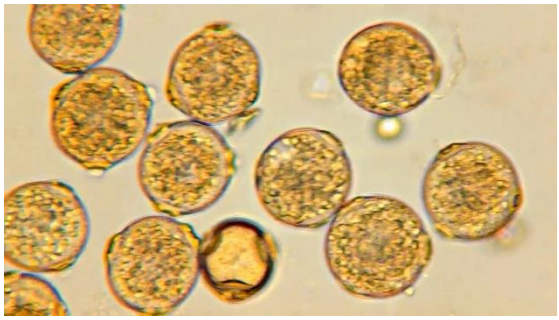
У команд есть все фрагменты, и они, исходя из полученной информации и материалам лекции, формируют отчет по экологии и отдают комиссии на проверку. Также отдают маршрутный лист. Комиссия смотрит на отчет и маршрутный лист и выставляет баллы за конкурс.

Фото-карточки для станций

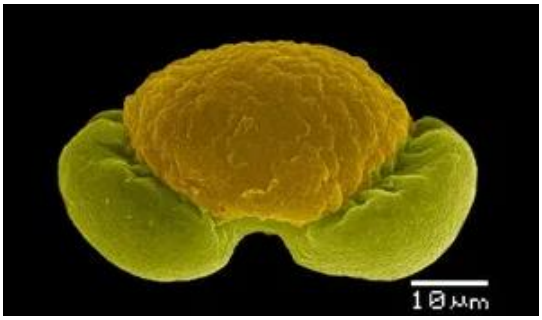
Станция 1




Станция 2



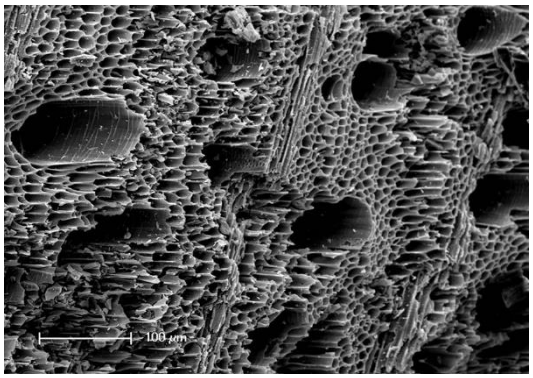
Пыльца березы




Пыльца сосны




Пыльца трав



Уголь

Станция 3



Поваленное дерево



Козитовый овраг



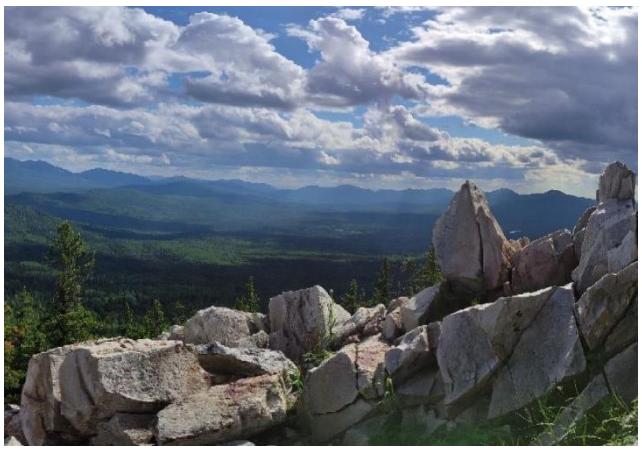
Плотина



Пляж

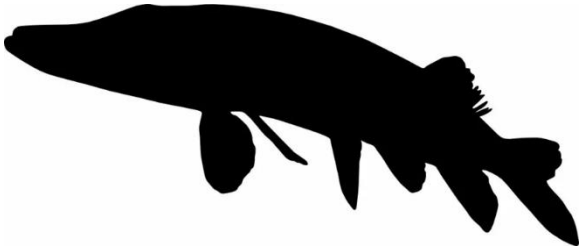


Труба

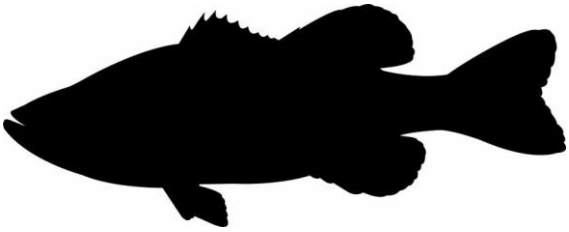


Валун

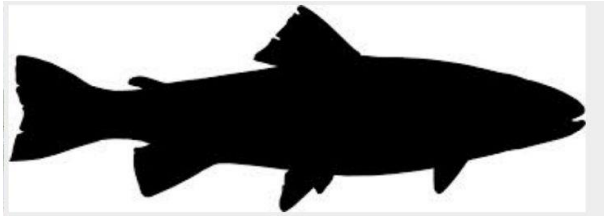
Станция 4



Щука



Окунь



Плотва



Налим