



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

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Изучение миграции соединений меди в компонентах экосистемы
окрестностей города Кыштым**

Выпускная квалификационная работа

**Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)**

Направленность программы бакалавриата

«Биология. Химия»

Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:
89,62 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«26» сент 2023 г.

Зав. кафедрой Химии, экологии и методики
обучения химии
(название кафедры)

Сутягин А.А. Сутягин А.А.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/068-5-1

Попенко Евгения Руслановна

Научный руководитель:

канд. хим. наук, доцент

Сутягин Андрей Александрович Сутягин Андрей Александрович

Челябинск

2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ФОРМЫ МИГРАЦИИ МЕДИ В ЭКОСИСТЕМАХ	8
1.1 Основные источники загрязнения природной среды медью	8
1.2 Формы и пути миграции меди в компонентах экосистем	10
1.3 Экологическое воздействие соединений меди	15
Выводы по первой главе	19
ГЛАВА 2. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ И ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТАХ Г. КЫШТЫМ...	20
2.1 Физико-географические особенности местоположения г. Кыштым	20
2.2 Отбор проб и методы пробоподготовки природных компонентов для количественного определения меди	22
2.3 Методы количественного определения меди в исследуемых пробах	25
2.4 Результаты фотометрического определения меди в образцах природных компонентов г. Кыштым.....	29
Выводы по второй главе.....	32
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БАЗЕ ШКОЛЫ	34
3.1 Место внеурочной деятельности по химии в общей системе образования	34
3.2 Сопровождение школьников в проектной и исследовательской деятельности по анализу миграций форм меди в природных компонентах	37

3.3 Разработка сценария мероприятия в рамках экологической декады химико-экологического характера.....	41
Выводы по третьей главе	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Карта забора проб.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Колориметрическое определение массовой концентрации меди с диэтилдитиокарбаматом натрия.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Технологическая карта внеурочного мероприятия	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Раздаточный материал к мероприятию.....	66

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития технологического общества экологическая обстановка в мире характеризуется высоким уровнем негативного воздействия промышленного производства на окружающую среду. На Южном Урале, как крупнейшем регионе с развитой горнодобывающей и металлургической промышленностью, ряд проблем состояния среды напрямую связан с химическим загрязнением солями тяжелых металлов. Так, среди актуальных задач выделяется решение вопросов, связанных с воздействием на экологию региона последствий добычи и переработки меди [7].

В число городов с наиболее выраженным уклоном в металлургию и горнодобывающую промышленность входит и г. Кыштым. В 1757 г. на р. Кыштым основан Кыштымский медеэлектролитный завод, являющийся одним из старейших предприятий Урала. В составе Русской медной компании на предприятии проводится огневое и электролитическое рафинирование черновой меди, переработка медного лома и отходов, содержащих драгоценные металлы [3].

Деятельность предприятия, несомненно, вносит свой вклад в экологическую обстановку на территории города и его окрестностей. Так, печные выбросы содержат в своем составе пылевые частицы, сорбирующие на себе тяжелые металлы. Поступая в атмосферу, они перемещаются с воздушным потоком и элиминируются из атмосферы, загрязняя отдельные компоненты окружающей среды. Так, экологи отмечали ухудшение состояния вод р. Кыштым на территории города: наблюдалось обеднение биологического материала, превышение содержания крупных взвешенных и коллоидные частицы. На ряде участков, особенно в узких устьях, наблюдается высокая степень зарастания и заболачивание, присутствует запах сероводорода.

Поступая в объекты окружающей среды, тяжелые металлы, в том числе медь, способны накапливаться и перераспределяться по различным компонентам, а также по трофическим цепям, поступая в живые организмы. Предприятие принимает меры по обеспечению экологической безопасности окружающей среды и снижению техногенных выбросов: в 2014 г. модернизирована система очистки сточных вод, а в 2019 г. предприятие полностью перешло на систему оборотного водоснабжения, прекратив сброс очищенных вод в окружающую среду. В 2018 г. на предприятии для обеспечения экологической безопасности запущен уникальный газоочистной комплекс медеплавильного производства, позволяющий свести вредные выбросы в атмосферный воздух практически до нуля. В 2020 г. цех по производству медной катанки был оснащен новейшей аспирационной системой, улавливающей избытки сажи, на которую налипают горячий медный расплав в процессе прокатки, что также способствует снижению атмосферных выбросов. В то же время, предыдущая деятельность предприятия привела к накоплению в среде меди, что требует проведения мониторинговых исследований для определения ее содержания и распределения по компонентам окружающей среды.

К решению экологических проблем необходимо привлекать не только специалистов, но и все население города, а прежде всего – подрастающее поколение. Для привлечения обучающихся к осознанию существующих проблем, причин их возникновения и возможных путей устранения необходимо развитие экологической грамотности, в том числе, через потенциал внеурочной работы, направленной на развитие познавательного интереса к окружающей среде и на осознание собственной значимости в процессе ее защиты.

Целью данного исследования стало изучение распределения по основным компонентам экосистемы соединений меди как важнейших загрязнителей окружающей среды г. Кыштым.

Для решения поставленной цели определен ряд задач:

1. Анализ литературных источников о загрязнении окружающей среды соединениями меди и закономерностях их миграции.

2. Отбор методик количественного определения меди в компонентах окружающей среды, в том числе, для использования в школьной химической лаборатории.

3. Выполнение количественного анализа содержания соединений меди и их распределения в природных компонентах экосистемы г. Кыштым и его окрестностей.

4. Разработка сценария мероприятия в рамках экологической декады, направленного на развитие навыков проектной деятельности химико-экологического характера.

Объект исследования: природные компоненты экосистемы окрестностей г. Кыштым.

Предмет исследования: Количественное содержание соединений меди в природных компонентах экосистемы окрестностей г. Кыштым.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученная информация, а также содержание разработанной программы могут быть использованы в рамках проведения внеурочных мероприятий, раскрывающих вопросы экологической обстановки на территории города, для формирования экологической грамотности обучающихся и их стремления обеспечить экологическое благополучие региона.

Для реализации поставленных задач использовали следующие методы:

- приготовление стандартных растворов,
- методы отбора проб и пробоподготовки,
- фотометрический метод анализа в варианте градуировочного графика,
- титриметрический метод анализа в варианте окислительно-восстановительного титрования.

Апробация работы.

Результаты работы были представлены в рамках работы Ежегодных научно-практических конференций по итогам научно-исследовательской деятельности студентов и аспирантов ЮУрГГПУ (2020 г. и 2021 г.) [47].

По материалам работы издана 1 публикация.

Материалы исследования представлены на всероссийских и международных конкурсах, а также конкурсе научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ЮУрГГПУ, где были отмечены дипломами I степени (3 работы) и II степени (7 работ).

ГЛАВА 1. ФОРМЫ МИГРАЦИИ МЕДИ В ЭКОСИСТЕМАХ

1.1 Основные источники загрязнения природной среды медью

Медь является одним из распространенных химических элементов, встречающихся в окружающей среде и относящихся к группе d-элементов – тяжелых металлов. В природе она преимущественно встречается в форме сложных и комплексных соединений природного и антропогенного характера. Весовой кларк меди в земной коре по А. Е. Ферсману составляет 0,01 %, что позволяет отнести ее к промежуточным между макро- и микроэлементами.

Среди минеральных форм меди широко распространены халькопирит (медный колчедан) CuFeS_2 , халькозин Cu_2S и борнит Cu_5FeS_4 . Часто встречаются ковеллин CuS , куприт Cu_2O , азурит $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, и, особенно распространённый на Южном Урале, малахит $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. Медь может встречаться и в самородном состоянии, но известно лишь несколько крупных ее месторождений [15].

Антропогенными источниками поступления меди в окружающую среду являются горно-обогатительные комбинаты, предприятия цветной металлургии, транспорт, производство удобрений и пестицидов, сварка, гальванизация, сжигание топлива. Соединения меди содержатся в выбросах различных производств: электротехнических, нефтехимии, производства красителей, керамики, кожевенных и др. [16]

От природных и антропогенных источников медь может поступать в атмосферу путем выноса субмикронных аэрозольных частиц с диаметром 0,45-0,5 мкм. Эти частицы способны переноситься воздушным потоком на большие расстояния, вызывая загрязнения районов, отдаленных от источника эмиссии.

По различным оценкам антропогенный внос меди в атмосферу составляет от 56 до 263 тыс. тонн, при этом рост потребления данного

металла приводит к увеличению эмиссии. Считается, что потоки антропогенной меди близки природным или превышают их.

К основным источникам меди в атмосфере относятся металлургические предприятия по производству меди и никеля (64 % общей эмиссии), процессы сжигания минерального топлива, прежде всего, угля (16,7 %), сжигание нефтепродуктов (6,9 %), производство стали (5,8 %), бытовые отходы (4,1 %), лесные пожары (2,5 %) [7].

В водные объекты соединения меди могут поступать при химическом выветривании горных пород и минералов (при этом нерастворимые формы меди могут переходить в растворимые), с выносом с промышленными сточными водами (прежде всего, от рудообогатительных, металлургических и химических предприятий), с сельскохозяйственными стоками. Так, от производственных стоков в поверхностные воды поступает от 0,01 до 0,2 мг/дм³ металла. В городских водоёмах загрязнение медью может происходить за счёт низкой коррозионной устойчивости меди, что вызывает водный транспорт металла при разрушении водопроводных труб.

Значительная часть загрязнения почв медью имеет агрогенную природу за счет использования удобрений и пестицидов. Так, при внесении в почву сбалансированных минеральных удобрений элементного состава N50P45K70 в нее одновременно поступает около 2 г/га меди. Рассчитано, что за год за счет внесения фосфорных удобрений в дозе 50 кг/га в целом по России в почву вносится около 3200 т металла. Соединения тяжелых металлов могут поступать в почву с листовым опадом, что связано с ролью листовых пластин в поглощении атмосферной меди, особенно в зоне действия предприятий цветной металлургии.

В почву тяжелые металлы попадают чаще всего в форме оксидов [20], а под действием содержащихся в ней веществ переходят в форму гидроксидов или солей. Для верхних почвенных горизонтов с высоким содержанием гумуса характерно аккумулятивное поведение меди. При сильном высыхании почвы почвенные частицы, загрязненные соединениями

металла, могут выноситься с поверхности воздушным потоком, в результате чего может происходить вторичное загрязнение приземного воздуха. При длительном же воздействии влаги может происходить вынос тяжелых металлов путем горизонтального переноса, либо, после вертикального переноса, с подземными водами, что способствует загрязнению сопряженных систем, например, водоемов. Из почвы соединения меди могут транспортироваться в произрастающие на них растения, среди которых встречаются аккумуляторы меди (горох, овёс, пшено, гречка, некоторые грибы, в том числе, съедобные).

Другими областями использования соединений меди, способными вносить свой вклад в загрязнение окружающей среды металлами, является производство неорганических пигментов, использование соединений меди в качестве катализаторов органического и неорганического синтеза, крекинга и риформинга нефтепродуктов.

Территории размещения отходов производства и потребления так же являются серьезными источниками загрязнения медью. В агрессивных условиях, при неправильной утилизации отходов, соединения меди могут переходить в форму нерастворимых взвесей или устойчивых комплексных соединений и проникать в почву, подземные воды, переноситься воздушными потоками на примыкающие территории.

1.2 Формы и пути миграции меди в компонентах экосистем

Как для любого элемента – тяжелого металла, поступающего в окружающую среду, для меди на стадиях ее переноса из одной геофизической среды в другую происходит трансформация состава и изменение соотношений между физико-химическими формами элемента. В качестве основного посредника, обеспечивающего миграционные потоки элемента в системе «суша – атмосфера – суша» выступают твердые частицы и аэрозоли в нижних слоях тропосферы. От источников эмиссии соединения меди могут поступать атмосферу в мелкодисперсном состоянии в форме

взвесей и пыли. Здесь они становятся центрами конденсации атмосферной влаги с присутствующими в ней ионами, в результате чего протекают химические реакции, способствующие переводу элемента в растворенную форму. В результате в атмосфере формируется система из растворенных и нерастворенных форм металла, при этом для меди до 80 % присутствует в водорастворимой форме.

Концентрация нерастворимых солей, оксидов и гидроксидов меди, а также продуктов термической обработки и горения в атмосфере обычно не высока. Но даже в малых концентрациях, поднимаясь в верхние слои, эти соединения могут отрицательно влиять на формирование озонового слоя [7]. Концентрируясь в нижних слоях в составе пылевых частиц, они могут оказывать негативное воздействие на дыхательную систему живых организмов, вызывая острые респираторные заболевания.

Элиминирование соединений металла из атмосферы происходит на подстилающую поверхность в форме сухих (пыль) и влажных (осадки, туманы, роса) осадений. Особенно интенсивно этот процесс наблюдается в импактных зонах предприятий металлургической отрасли. Содержащие медь частички и растворы атмосферной влаги с воздушными потоками осаждаются в почве, на поверхности растительных покровов или попадают в природные воды, где существуют в форме взвешенных частиц, а также могут войти в состав растворимых органических соединений. Из любой формы металла возможен его переход в состав биоконпонентов растительных и животных тканей, а далее миграция элемента по пищевой цепи. В конечном итоге возможно поступление токсиканта с пищей в организм человека, что при высоких концентрациях может привести к отравлению и угнетению пищеварительной, нервной и выделительной систем [2].

Соединения меди, поступающие в водные объекты, распределяется между компонентами водной экосистем с образованием следующих форм:

- 1) соединения металла в растворенной форме;
- 2) соединения, сорбированные и аккумулярованные фитопланктоном;
- 3) соединения, удерживаемые донными отложениями в результате седиментации взвешенных органических и минеральных частиц водной среды;
- 4) соединения, адсорбированные на поверхности донных отложений непосредственно из водной среды в растворимой форме;
- 5) соединения, находящиеся в адсорбированной форме на частицах взвеси [29].

Соотношение между формами зависит от кислотно-основного состояния среды (величина pH) и гидрохимического состава. Растворённые формы существуют в виде гидратированных ионов, гидроксокомплексов, органоминеральных комплексов (чаще всего, с гуминовыми и фульвокислотами). В поверхностных водах суши, не подвергавшихся загрязнению, концентрация растворенных форм не превышает 10 мкг/дм³. Но в водоемах, обогащенных органическим веществом, водорастворимые формы могут преобладать (до 90 %) за счет высокой степени закомплексованности меди гуминовыми и фульвокислотами. При высокой концентрации гидратированных форм $\text{Cu}^{2+} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ для вод может быть характерна повышенная цветность. Данная форма обладает высокой миграционной подвижностью и способностью аккумуляроваться гидробионтами, оказывая токсический эффект.

Большое количество соединений меди в воде находится во взвешенной форме (частицы размером более 0,45 мкм). В данной форме медь присутствует в структуре гидроксидов, карбонатов, сульфидов, силикатов. Взвешенные формы легко контактируют с планктоном, бактериями и детритом, адсорбируясь на поверхности биологической системы. Минеральные загрязнения легко удаляются отстаиванием,

поэтому в большинстве случаев быстро оседают на дно водоемов, вступая в контакт с донными отложениями или планктоном и образуя комплексные соединения. В присутствии большого количества анионов неорганических кислот (сульфиды, карбонаты), а также гидроксид-анионов, образующихся в результате гидролиза, катионы меди связываются в нерастворимые слабо мигрирующие формы, осаждаясь из водной среды. При этом, при появлении большого количества гуминовых и фульвокислот, вновь возможен вынос элемента из минерала в водную среду в виде миграционно подвижных комплексов [35].

Коллоидные формы меди представлена внутренними комплексами с гуминовыми и фульвокислотами. В зависимости от pH-среды данные соединения либо характеризуются большой миграционной подвижностью, либо наоборот, характеризуются прочностью и нерастворимостью в воде [44]. Гуминовые кислоты образуют комплексные соединения с медью преимущественно в области низких значений pH, тогда как фульвокислоты – в нейтральных и щелочных средах. Образующиеся миграционно-подвижные формы малоустойчивы и при изменении условий среды легко переходят в состав растворенных или взвешенных форм. Координационное связывание может приводить к многократному снижению токсичности меди, в связи с чем гуминовые вещества могут быть использованы как детоксиканты природного происхождения для проведения рекультивации водных и почвенных сред и для снижения риска вторичного загрязнения.

Для соединений меди возможно существование двух степеней окисления – Cu^+ и Cu^{2+} , при этом в условиях природных вод преимущественно существует вторая форма, и редко встречается осажденная форма Cu_2S , формирующая минерал халькозин.

В миграционно-подвижной форме соединения меди могут находиться в составе подземных вод, куда они могут поступать как от природных источников (вымывание из минералов и горных пород), так и антропогенным путем (сбросы сточных вод). Но вклад данных компонентов

в загрязнение окружающей среды соединениями меди достаточно низок, а доступность данных вод для корневой системы растений также достаточно мала [40].

В отличие от атмосферного и гидросферного компонентов, почвы, выступающие в качестве биогеохимического барьера для тяжелых металлов, практически не обладают способностью к самоочищению. В почвенной системе преимущественное накопление меди происходит в верхних гумусированных горизонтах [46].

По механизму связывания с почвенной матрицей формы меди в почве можно разделить на две основные группы:

1. Непрочно связанные соединения меди в обменной и специфически сорбированной формах на поверхности почвенных частиц, удерживаемые на органическом и минеральном компонентах почвы. Это подвижная доступная форма меди, мигрирующая из почвы в сопряженные компоненты и в растения. К данной форме, например, относятся хлориды, нитраты, карбонатные комплексы.

2. Прочно связанная форма меди, прочно закрепленной в кристаллической решетке первичных и вторичных минералов. Она представлена солями с очень низкой водорастворимостью, устойчивыми органическими и органоминеральными соединениями, характеризующимися малой миграционной подвижностью и накоплением в аккумулятивных горизонтах почвы. Это карбонаты, фосфаты, силикаты, гидроксиды, оксиды, минералы меди, гуматы, фульваты, хелаты меди.

В почвенной системе большинство соединений меди находится в форме меди, сорбированной на поверхности частиц почвенно-поглощающего комплекса (ППК). Большое количество элемента находится в форме гуматов и фульватов и комплексных форм с компонентами почвенного гумуса. Данные формы обладают достаточно низкой миграционной способностью, аккумулируясь в верхних почвенных горизонтах и характеризуясь низкой степенью поглощения растениями. Наиболее

устойчивые формы могут длительное время аккумулироваться в почвенной системе. Но при изменениях рН-среды, особенно в кислую область (при образовании гидратированных ионных форм), или при появлении нового средообразователя, повышающего миграционную способность, соединения меди достаточно легко поглощаются корневой системой растений и попадают внутрь многоклеточного организма по проводящим путям (ксилеме). При этом актуальная токсичность меди резко возрастает [5].

Поступая в живую систему, медь становится биоконкурентом «нормальных» ионов за связывание при комплексообразовании с биомолекулами – субстратом, образующими ряд важнейших биологически активных соединений [21]. В растительных тканях медь преимущественно содержится в клетках мезофилла, богатого клеточными органеллами, реализующими биосинтез углеводов, белков и нуклеиновых кислот. Входящие в их состав органические молекулы способны к достаточно прочному связыванию ионов меди. Результатом избыточных концентраций меди выступает угнетение жизнеспособности клеток, при этом выведение поллютанта из организма (то есть его воздействие на живую систему) происходит очень длительное время.

1.3 Экологическое воздействие соединений меди

Загрязнение любого компонента окружающей среды соединениями меди способно привести к отравлению живой системы, нарушая трофические сети экосистемы и приводя к обеднению биологического разнообразия среды. Медь относится к элементам II класса опасности – вещества, сильно нарушающие экосистему, разлагающиеся более 30 лет. После прекращения эмиссии загрязнителя экосистема длительное время восстанавливается после воздействия. ПДК меди для почв составляет 55 мг/кг, для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования 1 мг/л, для вод рыбохозяйственного назначения –

0,001 мг/л. Средний показатель содержания меди в растениях составляет 10 мг/кг сухой массы [15].

Некоторые соединения меди не разрушаются в окружающей среде и накапливаются в растениях, однако не все синантропные и дикорастущие виды способны выживать на богатых медью почвах, что сказывается на растительном разнообразии расположенных вблизи промышленных предприятий территорий. При избыточной концентрации ионов меди в почве или воде у растений замедляется развитие органов, появляются бурые пятна на нижних листьях, связанные с нарушением синтеза хлорофилла, в котором медь участвует в качестве катализатора. Кроме того, наблюдается конкурентное замещение ионов магния на ионы меди в структуре хлорофилла, что приводит к нарушению фотосинтетической активности и недостатку органического питания у растения.

Для устранения избыточного содержания меди в сельскохозяйственных почвах их засеивают биоаккумуляторами меди, прежде всего, бобовыми культурами [1]. После нормального развития растений их снимают с почвы и уничтожают. Данный вариант фиторемедиации представляет собой очень дорогостоящий метод, поэтому на практике чаще используется внесение в почву достаточно больших доз фосфатных удобрений, которые не удаляют из почвы металл, но переводят его в форму, малодоступную для растений.

В животных тканях избыток меди может возникать в результате употребления загрязненной воды, поглощения растительной пищи с высоким содержанием меди, а также при вдыхании медьсодержащих взвесей из воздуха. При поступлении в пищеварительный тракт больших количеств соединений меди у животных появляются симптомы острого отравления: раздражение слизистых оболочек ротовой полости, слюнотечение, рвота, у некоторых видов наблюдаются судороги, паралич и коллапс, вплоть до летального исхода. В большей степени медь депонируется в печени, поэтому необходимо ограничить употребление

этого продукта, полученного от домашних животных в зонах источников эмиссии меди.

Поступая по пищевым цепям в организм человека, соединения меди оказывают токсическое воздействие даже в очень малых концентрациях. Оптимальное содержание меди в организме составляет 70-80 мг (10-20 мг – в печени). Суточная норма потребления меди для взрослого человека составляет 1,5-2 мг, а терапевтическая доза – 3 мг. Нормальное содержание меди в крови составляет 700-1550 мкг/дм³, в сыворотке крови – 750-1800 мкг/дм³, в плазме крови – 1500 мкг/дм³[21].

Медь – важнейший эссенциальный микроэлемент. Она выступает в качестве ключевого компонента ряда ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью: церрулоплазмин (окисление железа и биогенных аминов, миграция меди в организме), супероксиддисмутаза (дисмутация супероксида), тирозиназа (гидроксилирование тирозина, синтез меланина), гистаминаза (окисление первичных аминов), лизилоксидаза (окисление γ -аминогруппы лизина), цитохромоксидаза (терминальное окисление), дофамин- β -гидроксилаза (гидроксилирование дофамина, синтез адреналина) [25].

Соединения меди играют важнейшую роль в метаболизме железа (синтез гемоглобина, созревание эритроцитов); в белково-углеводном обмене, синтезе коллагена (формирование соединительной ткани), росте костей, поддержании эластичности стенок кровеносных сосудов [7].

Схема метаболизма меди в организме человека представлена на рис. 1.

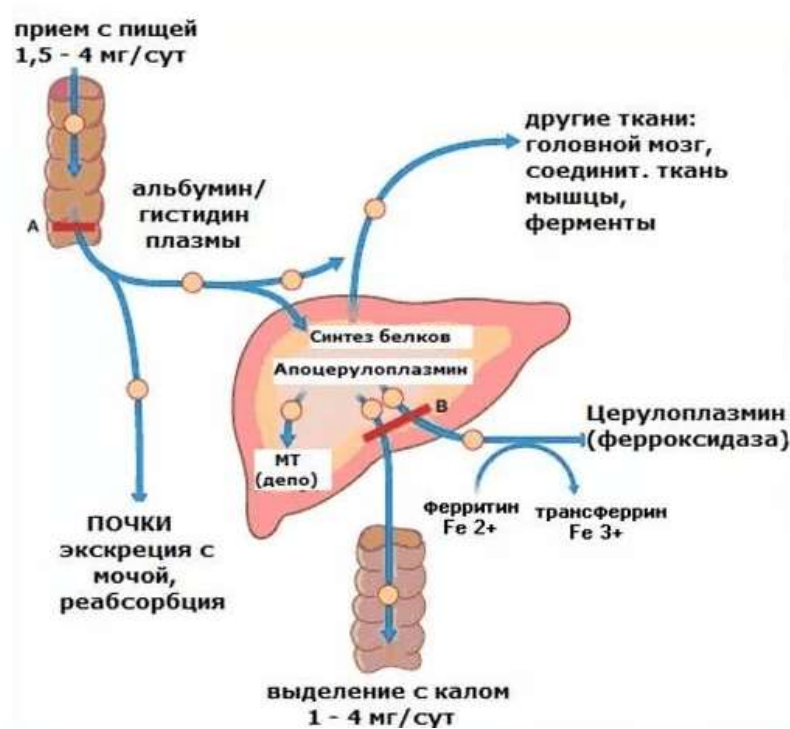


Рисунок 1 – Метаболизм меди в организме человека

Механизм токсичного действия ионов меди на организм человека обусловлен замещением металлов – катализаторов из активных центров ферментов, в результате чего происходит их дезактивация. При хроническом воздействии избыток металла накапливается в некоторых тканях (почки, радужные оболочки глаз, печень), но при этом возникает дефицит меди в системе ее нормального обмена, что вызывает негативный эффект. У жителей районов примыкающих к территории медных металлургических производств могут наблюдаться проблемы, связанные с нарушением дыхательной, пищеварительной системы, с функционированием органов чувств, раздражение полости носа, рта, глаз.

Недостаток меди в организме приводит к замедлению поступления кислорода в клетки крови, головным болям, затруднению дыхания, учащенному сердцебиению, тревожности, развитию диареи, тошноты, болей в животе и сильное увеличение печени.

Таким образом, как избыток, так и дефицит меди в организме могут провоцировать угнетение развития или процессов жизнедеятельности.

Выводы по первой главе

В природных водах соединения меди могут присутствовать в разных формах, среди которых преобладают взвешенные вещества, растворенные комплексных соединений меди и нерастворимые формы, переходящие в донные отложения. В составе почвы медь присутствует в форме оксидов, гидроксидов, солей, с разной степенью связанных с почвенными частицами.

Перенос подвижных соединений меди осуществляется аэральным путем в форме взвесей, а также гидрохорным из сточных вод или при вторичном загрязнении в форме взвешенных, коллоидных и растворимых соединений.

Загрязнение окружающей среды в промышленной зоне тяжелыми металлами, в том числе, соединениями меди, вызывает экологические проблемы, связанные с токсическим действием элемента, а также его способностью длительное время накапливаться в окружающей среде.

Растительные и животные организмы в разной мере испытывают угнетение физиологических систем при избытке или недостатке ионов меди в организме, вызывающем токсический эффект. Негативное последствие нарушений количества этого элемента требует проведения мониторинговых исследований по его содержанию и миграции в объектах окружающей среды.

ГЛАВА 2. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ И ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТАХ Г. КЫШТЫМ

2.1 Физико-географические особенности местоположения

г. Кыштым

Г. Кыштым с окрестностями расположен в северной горно-лесной зоне Челябинской области в пределах переходного района от гористой части восточного склона Урала и Зауралья. Площадь его территории, включая небольшие рабочие поселки, составляет около 981 км². Западная часть города гористая с наличием горы Сугомак и Егоза. Южные окрестности имеют сглаженный рельеф со сравнительно малыми повышениями и обширными понижениями, занятыми озерами и прудами, с водной поверхностью 2,5 тыс. га [3].

Климат территории резко-континентальный, с коротким летом и продолжительной зимой. На формирование климата территории влияет Уральский хребет. Среднее количество осадков, выпадающих в районе, почти на четверть меньше, чем в западных предгорьях, и составляет 523 мм. Их максимум наблюдается в июле – 106 мм, а минимум в феврале – 14 мм. На территории преобладают ветры западного и юго-западного направления, определяющего атмосферный транспорт веществ с территории Кыштымского городского округа с запада на восток и юго-запада на северо-восток.

В окрестностях Кыштыма числится более сорока озер и протоков. Основными водоемами являются озера Сугомак, Акуля, Тайги, Увильды, Казгалы, Кыштымские пруды, Анбаш и реки Кыштым, Егозинка и Сугомак. Источниками питьевого водоснабжения округа являются Сугомак, Акуля, Увильды.

Административная территория Кыштымского городского округа граничит с Озёрским и Карабашским районами, хозяйственная деятельность

которых может оказывать влияние на формирование экологической обстановки района. Так, деятельность Карабашского района оказывает значительное влияние на юго-западную лесостепную полосу Кыштымского района.

Состояние атмосферного воздуха на территории района определяется выбросами промышленных предприятий, транспортными автодорогами, отопительными системами. На территории города насчитывается более 1 тыс. организованных и неорганизованных объектов – источников выбросов в окружающую среду различных загрязнителей, из которых около 50 – производственные предприятия. За последние годы выбросы уменьшились за счет выполнения природоохранных мероприятий: перевод агрегатов и котельных на природный газ, внедрение более эффективных систем и современных технологий очистки.

Кыштымский медеелектролитный завод (КМЭЗ) относится к предприятиям цветной металлургии и является градообразующим предприятием. Завод расположен в северной части города (Нижний Кыштым) на р. Кыштым вблизи жилого квартала и частного сектора. КМЭЗ занимается рафинированием меди огневым и электролитическим методами с последующей обработкой, переработкой медного лома и отходов кабельной продукции.

В процессе электролитического рафинирования на катоде, представляющем собой тонкий медный лист, создается избыток электронов, перемещающихся к аноду, на котором происходит окисление меди (уравнение 1):



Образующиеся катионы переносятся на катод, где происходит восстановление металла (уравнение 2):



Убыль меди из электролита пополняется переходом ее с анода [16].

За последние годы обновлены практически все основные производственные мощности предприятия, используются обновленные технологии. В сжатые сроки завод прошел международную сертификацию и был признан одним из десяти лучших медерафинировочных предприятий мира.

Вредные выбросы предприятия появляются и скапливаются на этапе плавления руд, когда летучие кислотные остатки и лиганды (прежде всего, серосодержащие газы) через печные трубы выбрасываются в атмосферный воздух. С пылевыми выбросами в атмосферу также могут поступать соединения меди. Во время электрофореза и промывания полученных сплавов со сточной водой вымываются соли тяжелых металлов (прежде всего, меди), соединения мышьяка, фтора, сурьмы) [33].

Несмотря на принимаемые меры по экологической защите на производстве, утилизация и использование отходов продолжают оставаться одной из серьезных проблем на предприятиях цветной металлургии. Для уменьшения отрицательного воздействия производственной деятельности на окружающую среду предприятия и объединения отрасли проводят комплекс природоохранных мер, которые наряду с вышесказанным включают: внедрение систем диагностики трубопроводов и резервуаров; восстановление герметичности колонн скважин; утилизацию газов.

2.2 Отбор проб и методы пробоподготовки природных компонентов для количественного определения меди

Для исследования состояния компонентов экологической системы г. Кыштым выбраны четыре участка с разным местоположением (различное направление от источника эмиссии) и на разной удаленности по отношению к КМЭЗ: р. Кыштым на территории города, оз. Анбаш, оз. Тернекуль и оз. Сугомак, расположенных в пригородной территории. Точки отбора проб представлены на карте (приложение 1). Для анализа отбиралась вода всех

водных объектов. На побережье были отобраны образцы проб природных компонентов:

- 1) почвы водосборных территорий;
- 2) хвоя и древесина ели обыкновенной (*Picea abies*), как наиболее распространенный представитель древесной хвойной растительности, возрастом приблизительно 30 лет;
- 3) однолетнее травянистое растение горец птичий (*Polygonum aviculare*), как наиболее распространенный представитель травяного покрова.

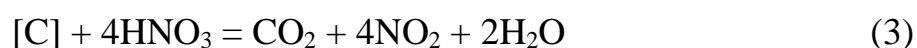
Растительные ткани древесной растительности выступают в качестве длительного аккумулятора поллютанта. Вода и почва – промежуточные системы конвекции, поэтому концентрация меди в них может варьироваться в зависимости от сезона, температуры, количества осадков и густоты зеленых насаждений. Горец птичий – растение из семейства бобовых, сорное растение, которое отличается высоким процентом аккумуляции тяжелых металлов в составе надземных органов, однако является однолетним растением, что предполагает средний показатель содержания ионов меди.

Отобранные пробы почв и растительности подверглись предварительной пробоподготовке: измельчению, высушиванию воздушным путем. Результаты изменения массы компонентов в процессе высушивания приведены в таблице 1.

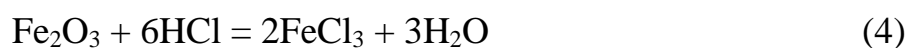
Таблица 1 – Массовые показатели исследуемых образцов

Точка отбора	Исследуемый объект	m (до высушивания), г	m (после высушивания), г	ω (сухого вещества), %
г. Кыштым	Почва	361,0	230,5	63,9
	Хвоя (ель обыкновенная)	83,5	46,5	55,69
	Древесина (ель обыкновенная)	37,5	25,0	66,67
	Горец птичий	225,0	90,5	40,22
оз. Анбаш (Ю – В)	Почва	183,0	164,5	89,89
	Хвоя (ель обыкновенная)	23,0	15,5	67,39
	Древесина (ель обыкновенная)	9,0	4,0	44,44
	Горец птичий	15,0	9,0	60,00
оз. Теренкуль (С)	Почва	105,8	84,0	79,34
	Хвоя (ель обыкновенная)	21,0	15,5	71,43
	Древесина (ель обыкновенная)	10,0	7,0	70,00
	Горец птичий	27,5	12,0	43,36
оз. Сугомак (З)	Почва	232,5	164,5	70,75
	Хвоя (ель обыкновенная)	24,0	17,5	72,92
	Древесина (ель обыкновенная)	8,0	6,0	75,0
	Горец птичий	13,5	12,0	92,30

Высушенные образцы подвергали мокрому озолению с целью удаления органических веществ, мешающих анализу. Для этого пробы обрабатывали концентрированной азотной кислотой при нагревании до полного обугливания органического вещества и выдерживали при температуре 400-450 С (уравнение 3):



Из полученной золы экстрагировали медь 10 % раствором соляной кислоты (уравнение 4):



На этапе подготовки при обработке кислотой проб Горца птичьего наблюдался резкий запах сероводорода. Пробы почв после минерализации характеризовались светло-бурой окраской, характерной для соединений Fe(III), а получаемая из минерализата вытяжка приобретала слабожелтое окрашивание. Качественная реакция на ионы железа (III) с желтой кровавой солью [58] доказала, что данная окраска обусловлена высоким содержанием в почве его соединений (уравнение 5):



2.3 Методы количественного определения меди в исследуемых пробах

Анализируя литературные источники, были выделены аналитические методы, используемые для количественного определения меди в растворах: фотометрический, титриметрический, гравиметрический и хроматографический.

Гравиметрические методы количественного анализа меди, основанные на ее осаждении из растворов, например, с помощью мышьяковистокислого натрия, гипофосфонистой кислоты и ее солей, уротропина, трудоемки, специфичны в подборе реактивов, требуют специального подбора вытяжек [22].

Хроматографический метод анализа может быть использован в варианте ионообменной хроматографии. Но данный метод характеризуется низкой специфичностью, требует предварительного выделения соединений меди, а также дополнительных операций и приемов анализа.

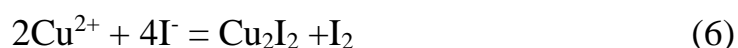
Фотометрический метод основан на увеличении оптической плотности растворов при возрастании интенсивности желто-коричневой окраски, обусловленной взаимодействием ионов двухвалентной меди с диэтилдитиокарбаматом натрия в слабоаммиачном растворе с образованием комплекса диэтилдитиокарбамата меди [14]. Стабилизация коллоидной системы диэтилдитиокарбамат меди в разбавленном растворе достигается

прибавлением крахмала. Метод доступен в школьной химической лаборатории при наличии фотоколориметра или цифровой лаборатории. В то же время, при отсутствии приборной базы возможно создание самодельных подобий фотометра или использование смартфонов, снабженных специальными приложениями, доступными в сети Интернет.

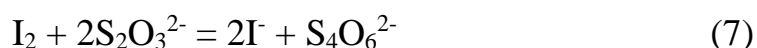
Среди титриметрических методов анализа выделяют йодометрию, комплексометрию и перманганатометрию.

Использование комплексометрического и перманганатометрического методов осложнено необходимостью создания условий для обеспечения селективного окисления или связывания. Природная система содержит большой набор восстановителей, которые будут окисляться перманганатом. Набор ионов металлов в природных пробах также может быть достаточно большим, и даже при заданном диапазоне pH, необходимом для связывания ионов меди в комплексное соединение, трилон Б будет связывать и другие катионы, что исказит результаты определения.

В практике школьного химического эксперимента для количественного определения ионов меди в растворе широко используется метод йодометрического титрования, основанный на восстановлении йодидом калия двухвалентной меди до одновалентной формы, сопровождающемся образованием малорастворимого йодида меди и элементарного йода (уравнение 6):



Количество образующегося йода, эквивалентное концентрации ионов меди в растворе, определяется титрованием тиосульфатом натрия в присутствии крахмала в качестве индикатора (уравнение 7):

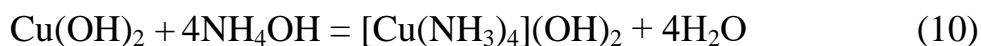
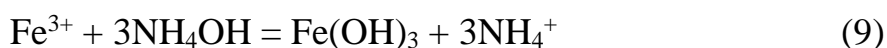
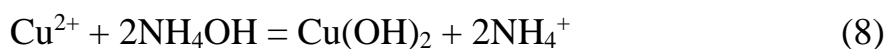


В то же время, выполнению анализа с помощью йодометрического метода мешают соединения Fe^{3+} , которые присутствуют в анализируемых пробах в больших количествах. В связи с этим, на первых этапах работы

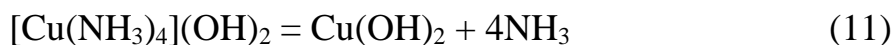
нами проведены попытки создания условий для определения ионов меди в растворе йодометрическим методом в присутствии ионов Fe^{3+} .

Контрольный эксперимент йодометрического титрования с использованием стандартного раствора соли меди с нормальной концентрацией иона $0,05 \text{ моль/дм}^3$ показал, что результаты титрования демонстрируют ошибку 10 %, которая может быть связана с чистотой используемых реактивов. При создании условий для определения в присутствии ионов железа подготовлен стандартный раствор солей меди и железа (III) с концентрацией каждого из ионов $0,05 \text{ моль/дм}^3$. Результаты определения продемонстрировали двукратное превышение полученного результата от теоретически рассчитанного, что подтверждает предположение о мешающем влиянии ионов железа.

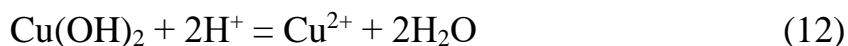
Для устранения мешающего влияния ионы меди и железа были совместно осаждены из раствора аммиаком (уравнения 8, 9), а из смесового осадка ионы меди переведены в водорастворимый аммиакат (уравнение 10):



После фильтрования фильтрат, содержащий аммиакат меди, упаривали досуха, что сопровождалось разложением аммиаката по уравнению (11):

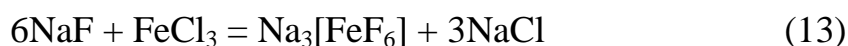


Из полученного сухого остатка медь вновь переводили в раствор реакцией с серной кислотой (уравнение 12):



Результаты титриметрического определения меди в полученном растворе йодометрическим методом продемонстрировали ошибку по отношению к контрольному раствору 18 %.

Из литературы известно, что мешающее влияние железа может быть устранено прибавлением в систему фторид-анионов [13], с которыми ионы железа образуют устойчивые комплексы (уравнение 13).



В связи с этим в следующем эксперименте к раствору смеси ионов железа и меди, взятых в равных концентрациях, добавляли избыток фторид-аниона. Результаты титриметрического определения меди в полученном растворе йодометрическим методом продемонстрировали ошибку по отношению к контрольному раствору 15 %

Таким образом, метод количественного определения меди при совместном присутствии железа (III) путем йодометрического титрования может быть использован при предварительном разделении ионов. При использовании данного метода в школьной химической лаборатории необходимо учитывать ошибку измерения в 15-18 % при использовании для сравнения химически чистых реактивов.

Обобщенные результаты определения ионов меди в растворах при йодометрическом титровании приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения меди йодометрическим титрованием в отсутствие ионов железа и при совместном присутствии

Характеристика пробы	Объем титранта, см ³	Количество вещества, ммоль	Масса иона меди, мг	Ошибка определения, %
Контрольная проба Cu ²⁺ , 0,05 моль/дм ³	1,80	0,45	28,59	-
Смешанная проба до обработки: 0,05 моль/дм ³ Cu ²⁺ + 0,05 моль/дм ³ Fe ³⁺	3,78	0,95	60,04	110
Исследуемый раствор после выделения Cu ²⁺	1,50	0,37	23,54	18
Исследуемый раствор после отделения Fe ³⁺	1,55	0,39	24,62	15

Для конечного определения количественного содержания меди в исследуемых образцах выбран фотометрический метод на основе диэтилдитиокарбамата (приложение 2).

2.4 Результаты фотометрического определения меди в образцах природных компонентов г. Кыштым

При выполнении фотометрического анализа для построения градуировочного графика зависимости «оптическая плотность растворов – концентрация меди» приготовлена серия стандартных растворов с заданным содержанием меди. После обработки проб согласно стандартной методики (приложение 2) с использованием фотометра КФК-3 проведено измерение оптической плотности растворов. Результаты определения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Экспериментально полученные значения оптической плотности стандартных растворов меди

Показатель	Стандартный раствор					
	1	2	5	10	20	30
Масса меди (x), мкг						
Оптическая плотность p. (y)	0,018	0,065	0,135	0,211	0,278	0,372

Изменение оптической плотности раствора в зависимости от изменения концентрации определяемого компонента подчиняется уравнению Бугера-Ламберта-Бера по формуле (1):

$$D = \varepsilon lc, \quad (1)$$

где D – оптическая плотность раствора;

ε – удельный коэффициент светопоглощения, характеризующий природу определяемого компонента;

l – толщина оптического слоя раствора;

c – концентрация определяемого компонента в растворе.

Исходя из того, что величина ε является константой для определяемого компонента, а величина l сохраняется в условиях эксперимента неизменной, между изменением оптической плотности и изменением концентрации должна соблюдаться прямая зависимость, график которой должен иметь линейный вид. Для устранения погрешности

измерений и приведения графика зависимости к линейной, полученные показатели обработали с помощью уравнения регрессии под формулой (2):

$$D = 0,05223 + 0,01126x, \quad (2)$$

где D – оптическая плотность раствора;

x – содержание меди, мкг.

По полученным данным построен график зависимости изменения оптической плотности раствора от изменения концентрации ионов меди в растворе (рис. 2).

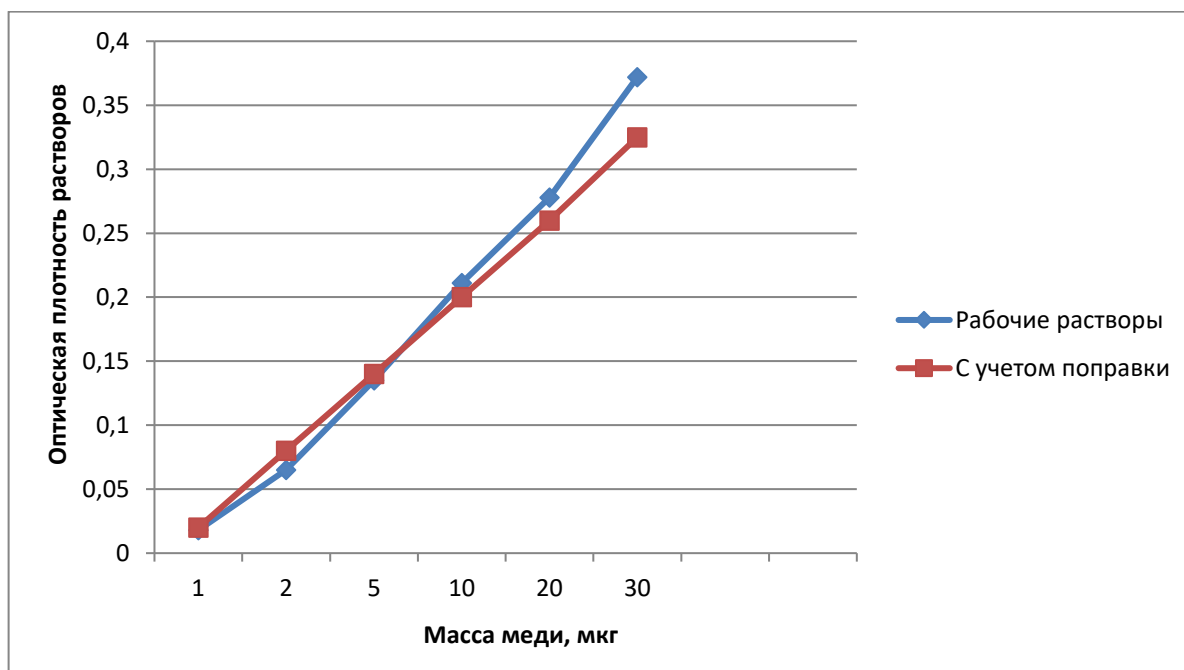


Рисунок 2 – Градуировочный график зависимости оптической плотности раствора от массы меди в растворе

По градуировочному графику устанавливалось содержание меди в исследуемой воде и вытяжках из исследуемых образцов почв и растительности.

Обобщенные результаты определения содержания меди в анализируемых пробах приведены в таблице 4:

Таблица 4 – Содержание ионов меди в природных компонентах

Территория	Содержание меди				
	мг/кг				мг/дм ³
	Почва	Хвоя	Древесина	Горец птичий	Вода
р. Кыштым	451,1	184,79	72, 89	31,95	0,179
оз. Анбаш	163,36	9,98	10,96	5,45	0,153
оз. Теренкуль	100,04	16,821	23,75	51,55	0,077
оз. Сугомак	159,89	18,42	32,01	6,79	0,088
Норма	55	10	10	10	1

Анализ показал, что менее загрязненной территорией является самая удаленная точка, а именно побережье оз. Анбаш, которое находится в 7 км от КМЭЗ. Наибольшей степенью загрязнения характеризуются пробы района р. Кыштым, на побережье которой располагается КМЭЗ. Для данной территории характерно 9-кратное превышение содержания меди в почвах, 18-кратное – в хвое, 7-кратно – в древесине и 3-кратное – в травянистой растительности.

В то время как все исследуемые пробы воды по содержанию меди можно охарактеризовать как незагрязненные, для всех исследуемых почв характерно превышение содержания элемента от 2 до 8 раз. В 1,5-2 раза наблюдается превышение содержания элемента в хвое и в 2,5-3 раза – в древесине елей, произрастающих на территории водосборов оз. Теренкуль и оз. Сугомак.

Интересен тот факт, что для территории оз. Теренкуль наблюдается наименьшая степень загрязнения почв по сравнению с остальными территориями. В то же время, для нее характерно наибольшее превышение (в 5 раз) содержания меди в растительном покрове.

На основе полученных результатов можно предположить механизм миграции соединений меди от источника эмиссии. Перенос осуществляется аэральным путем, при этом большая часть загрязнителя активно осаждается на почвы в ближней зоне от предприятия. Часть меди достаточно активно

поглощается хвоей древесных растений. Травянистая растительность нижнего яруса поглощает медь только за счет почвенного питания.

Вода из природных источников загрязнена в наименьшей степени, так как большая часть соединений меди осаждается в донные отложения. Кроме того, текущая вода обеспечивает постоянный водообмен и снижение концентрации металла в воде.

Перенос соединений меди на удалённые расстояния преимущественно может протекать аэральным путём или по каналам подводных вод, чем и объясняется повышенная концентрация ионов меди в составе почвы. В зависимости от расстояния и наличия смежных территорий леса и акваторий между КМЭЗ и точками взятия проб наблюдается корреляция загрязнения соединениями меди компонентов окружающей среды.

Выводы по второй главе

Г. Кыштым располагается в горной местности с большим количеством водоёмов и сообщающихся между собой подземных вод, а основным источником загрязнения соединениями меди является КМЭЗ в южной части города на берегу р. Кыштым.

Существуют разнообразные методы, позволяющие выполнять количественное определение меди в воде в присутствии посторонних ионов. Методы фотометрического и титриметрического анализа могут быть применены в практике школьных химических лабораторий.

Метод фотометрического анализа с диэтилдитиокарбаматом позволяет выполнять более точное определение количественного содержания меди в воде в присутствии посторонних ионов (железа, цинка).

Йодометрический метод количественного анализа на соединения меди более универсален для применения в школьной химической лаборатории и даёт достоверный результат с учётом ошибки в 15 %.

Практически все компоненты окружающей среды в окрестностях г. Кыштым, за исключением воды, содержат концентрацию меди,

превышающую значение ПДК; на более удалённых от КМЭЗ территориях компоненты окружающей среды менее подвержены загрязнению ионами меди.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БАЗЕ ШКОЛЫ

3.1 Место внеурочной деятельности по химии в общей системе образования

Основная образовательная программа реализуется образовательным учреждением через урочную и внеурочную деятельность с соблюдением требований государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов. Образовательный процесс повышает эффективность с увеличением методов и приёмов, предусмотренных учителем, ориентированных на индивидуализацию, реализацию интересов и способностей учащихся, развитие социальной и бытовой адаптации. Ю. К. Бабанский рассматривает обучение и воспитание как единый педагогический процесс. Воспитание у молодого поколения химической, экологической и естественнонаучной грамотности в XXI в. является ключевой целью для развития рационального восприятия промышленной обстановки во всём мире. Внеурочная деятельность предполагает индивидуальный выбор направления и частую смену деятельности, а также практическую значимость и применимость полученных знаний [9]. Внеурочная работа по химии так же подразумевает систему знаний, умений, обеспечивающих развитие у учащихся индивидуальных способностей, интересов, потребностей, воспитание интерсоциальных свойств личности.

Содержание внеурочной деятельности по химии подчиняется строго определенным требованиям:

- научность,
- доступность,
- актуальность,
- практическая значимость,
- занимательность.

Организация внеурочной работы по химии включает следующие основные компоненты:

- 1) организация деятельности учителя химии по реализации целей и задач внеурочной работы;
- 2) организация деятельности учащихся;
- 3) организация анализа результатов, достигнутых при реализации целей и задач внеурочной работы.

В организации деятельности преподавателя можно выделить несколько последовательных этапов:

- 1) постановка целей и задач внеурочных занятий;
- 2) отбор содержания в соответствии с уровнем химической подготовки учащихся с их индивидуальными особенностями и специализацией учебных групп;
- 3) выбор оптимальных форм и методов внеурочной работы;
- 4) выбор средств осуществления и проведения внеурочной работы;
- 5) организация, подготовка и проведение внеурочной работы;
- 6) анализ результатов внеурочной работы.

Формы работы могут быть индивидуальными, групповыми, массовыми.

Индивидуальная работа – это работа с отдельными учащимися, осуществляется посредством консультаций с учащимся, рекомендаций литературы, привлечения к наблюдению, постановке опытов, помощи в оформлении записей.

Групповая работа – работа с ранее сформированным узким кругом учеников с общими целями: факультативы и элективные курсы для параллели классов, кружки, школьное исследовательское общество.

Массовые формы – праздники, сборы, беседы. Характерной особенностью является общественно полезная направленность, огромное воспитательное воздействие, участие большого числа учащихся. Дети могут

выполнять разнообразные виды работ: рисование, лепка, аппликации, викторины, подготовка песен и стихотворений для тематических вечеров.

Существенными особенностями внеурочной работы является отсутствие жестких временных рамок расписания и организация сверх учебного плана и обязательной программы. Иными словами, это работа, не ограниченная во времени, позволяет дополнительно углубить свои знания по предмету и не носит обязательный характер.

За весь учебный год учащиеся могут быть вовлечены в несколько форм внеурочной деятельности по предмету химия. Так как данная дисциплина в большинстве общеобразовательных организаций вводится с восьмого класса, то в большей степени методы и приёмы, которые эффективно реализовывать на занятиях, будут направлены на психолого-возрастные особенности среднего и старшего подросткового возраста.

Для старшего подросткового возраста характерны склонность к самопознанию, стремление быть независимым от взрослых и самостоятельный выбор целей и путей их достижения. Так как внеурочная деятельность не предполагает усвоения конкретного материала или соблюдения жесткого поставленного плана, учащийся проявляет познавательную активность в необходимом для него темпе, тем самым не теряя мотивацию и удовлетворяя свою потребность в самостоятельности.

В рамках химии внеурочная исследовательская деятельность обладает рядом преимуществ, которые позволяют школьникам в меньшей степени испытывать ограничения в выборе направлений деятельности и в большей степени извлекать из этого бытовую и социальную значимость. Так как химия относится к естественным наукам, изучающим природные объекты и явления, то в рамках этой дисциплины подростки могут самостоятельно попытаться найти ответы на вопросы естественного течения окружающих процессов, касающихся непосредственно их самих.

Таким образом, внеурочная работа с подростками по химии способствует развитию личностных, предметных и метапредметных знаний

и навыков, а также подразумевает выстраивание наиболее комфортной среды для развития мотивации к предмету и дальнейшему обучению. Мы рассмотрим несколько вариантов внеурочной исследовательской деятельности: индивидуальная проектная деятельность и групповая проектная деятельность в рамках цикла мероприятий, посвященных экологической школьной декаде.

3.2 Сопровождение школьников в проектной и исследовательской деятельности по анализу миграций форм меди в природных компонентах

Учитель при проведении внеурочного мероприятия преимущественно выполняет роль тьютора и функцию сопровождения: он принимает участие в корректировке траектории познавательного процесса, но на сам результат работы для каждого отдельного ученика не влияет.

Тьютор – это педагог, который действует по принципу индивидуализации и сопровождает построение учащимся своей индивидуальной образовательной программы (Т. М. Ковалева). Тьюторское сопровождение проектной и учебно-исследовательской деятельности – особый тип педагогического сопровождения, когда ученик выполняет действие по самостоятельно разработанным нормам и затем обсуждает их с тьютором. Задача тьютора – помочь ребенку найти собственные познавательные интересы, определить какие-либо предпочтения, помочь понять, где и каким образом можно это реализовать.

Одной из форм внеурочной деятельности является проектная деятельность. В самом общем плане проект – это ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией (В. Н. Бурков, Д. А. Новиков). Педагогическое проектирование – это предварительная разработка основных деталей предстоящей деятельности учителя и учащихся [62]. Изначально создаются предположительные варианты

будущей деятельности, прогнозируются результаты и выстраивается траектория образовательной деятельности.

Метод проектов ориентирован на самостоятельную работу учащихся в сопровождении с учителем-предметником. Педагог должен донести до учащихся всю необходимую информацию о проектной деятельности, их задачи, цели и методы работы, а также помочь им спланировать свою деятельность и обосновать полученные результаты. Школьники самостоятельно выбирают темы проектов ориентируясь на собственные потребности, ценности и интересы. Исследовательский проект, посвященный родному краю, экологии места жительства способствует формированию интереса, естественнонаучной картины мира, и мотивации к изучению химии.

В предыдущих главах рассмотрена теоретическая и практическая база для исследовательского проекта по теме «Изучение миграции соединений меди в компонентах окружающей среды» на примере г. Кыштым, однако учащийся должен самостоятельно подойти к исследовательской работе, а значит учитель должен грамотно направить его на выполнение конкретных задач:

- определить проблему исследования,
- теоретически рассмотреть данный вопрос с использованием рекомендованной литературы,
- подобрать методы исследования,
- отобрать исследуемые образцы,
- самостоятельно провести исследования,
- объяснить полученные результаты,
- определить практическую значимость своей работы,
- провести рефлексию и самоанализ своей деятельности.

Учитель выполняет роль консультанта: рекомендует литературу, знакомит с методиками анализа, проводит инструктаж по технике

безопасности, предоставляет методические рекомендации и требования к оформлению проекта.

Работу над исследовательским проектом можно разделить на четыре этапа:

– диагностический этап (консультации, беседа, самостоятельная работа): постановка целей, задач, объектов исследования, основной проблематики и актуальности, выдвижение предполагаемых результатов, литературный обзор;

– прикладной этап (опрос, лабораторная работа): подготовка и проведение исследовательской работы в соответствии с выбранной методикой, обработка результатов;

– презентационный этап (доклад, творческая презентация, семинар): демонстрация и объяснение результатов и хода работы исследования, определение практической значимости исследования, развитие умений выдвигать точку зрения и аргументировать её выбор;

– этап рефлексии (беседа, консультация, анкетирование): самоанализ, оценка уровня своей подготовки, причин возникновения трудностей, методов их решения.

Тема данного проекта относится к практическому вопросу, актуальному для данного региона. Для решения этого вопроса учащемуся необходимо привлечь знания и навыки из разных областей, благодаря этому достигается их интеграция, происходит привлечение знаний сразу по нескольким предметам: биологии, химии, безопасности жизнедеятельности.

Учитель рекомендует несколько вариантов методик, а ученик выбирает их исходя из собственных теоретических знаний и интереса. Перед выполнением экспериментального исследования целесообразно провести технику безопасности. В нашем случае выбрана методика фотоколориметрического определения ионов меди диэтилдитиокарбаматом натрия (приложение 2).

Выполнение экспериментального исследования можно разделить на три этапа:

- взятие проб и пробоподготовка,
- количественное определение ионов меди,
- анализ и интерпретация результатов.

Данная методика целиком соответствует той, что изложена в главе 2. Во время пробоподготовки у учащегося может появиться 30 свободных минут, за которые учитель может ознакомить с методикой количественного анализа и научить школьника правильно пользоваться посудой и специальным оборудованием (фотоколориметр). Особенно эффективна будет разработка упрощенной инструкции с рисунком фотоколориметра, подписанными деталями и строгой последовательностью действий для проведения анализа.

На этапе анализа необходимо построить градуировочный график на основе рабочих растворов меди. Для ученика это послужит наглядным примером выполнения работы в исполнении учителя, а также первичная отработка навыков работы с фотоколориметром. Анализы исследуемых растворов он будет выполнять уже целиком самостоятельно, но их интерпретация проводится в процессе консультации с учителем. Учащийся должен понимать связь между географическими, биологическими, экологическими и химическими факторами исследуемой экосистемы, и только благодаря установлению причинно-следственных связей он сможет объяснить результаты на соответствующем исследованию уровне.

Защита проекта осуществляется в зависимости от требований образовательной организации. Есть несколько наиболее распространенных вариантов защиты: плакат или доклад. В первом случае, школьник должен наглядно-иллюстративно продемонстрировать результаты своей работы и соответствующие выводы. Во втором случае, необходимо подготовить устное выступление, сопровождающееся мультимедийным материалом,

осветить ход работы и результаты исследования, выводы и практическую значимость проделанной работы.

Оценивание проекта происходит по следующим критериям:

- определение темы проекта,
- поиск и анализ проблемы,
- постановка цели проекта,
- анализ имеющейся информации,
- сбор и изучение информации,
- построение алгоритма деятельности,
- выполнение плана работы над индивидуальным учебным проектом.

Метод проектов позволяет достичь значительных результатов в обучении благодаря проведению прямой связи между теоретическими и практическими (бытовыми) знаниями, что позволяет школьнику избавиться от страха перед наукой химии и новым материалом; улучшает запоминание и подключает творческий и креативный подход к решению новых проблем.

3.3 Разработка сценария мероприятия в рамках экологической декады химико-экологического характера

Актуальность экологической декады: Экологическое воспитание и образование становятся стержнем современного образования и служат ключом к перестройке его современных систем и общества в целом. В Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (ФГОС ООО) определены основные направления развития организации экологического воспитания.

Цель экологической декады: формирование основ и экологической культуры, экологическое просвещение, непрерывное экологическое образование школьников.

Задачи экологической декады:

1) расширение и углубление знаний учащихся по вопросам охраны и мониторинга окружающей среды родного края;

- 2) формирование научной картины мира;
- 3) воспитание экологической грамотности;
- 4) проведение ряда мероприятий с использованием различных форм, методов, ориентированных на психолого-возрастные особенности учащихся на каждой ступени;
- 5) способствование повышению творческой и креативной активности учащихся.

Принцип проведения декады: каждый учащийся является активным участником всех событий декады. Он может попробовать себя в разных ролях и видах деятельности.

План проведения экологической декады для средней и старшей ступени школы приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Примерный план экологической декады для 5-11 классов

День	Мероприятие	Задачи	Время, мин
1	2	3	4
Пн	Открытие; Презентация «Экологические проблемы Южноуральского района»	Образовательные: углубление знаний в области биологии, химии и географии; формирование системы элементарных научных экологических знаний. Развивающие: развитие наблюдательности, самоорганизации и целеполагания. Воспитательные: развитие исторического, экологического воспитания, естественно-научного мышления, формирование любви и интереса к естествознанию, природе, родному краю	30
Вт	Видеофильм «Заповедные места Южного Урала»; Викторина «Экология моего родного края»	Образовательные: углубление знаний в области экологии; изучение и применение научных терминов. Развивающие: формирование познавательного интереса к миру природы; развитие наблюдательности, памяти и логики; формирования навыка установления причинно-следственных связей. Воспитательные: развитие стремления к здоровому образу жизни, любви к природе, экологического воспитания	45

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Чт	Домашнее творческое задание: подготовка плаката по результатам исследования	Образовательные: продолжить формирование знаний в области экологии; Развивающие: развивать мыслительные операции (анализ, сравнение, классификация), развитие художественного видения окружающего мира; развивать наглядно-действенное и образное мышление, художественный вкус; работа в коллективе, самоорганизация. Воспитательные: воспитывать интерес и уважение к природе и экологии, эмоционально-ценностное отношение к природе, воспитание здорового образа жизни	–
Пт	Выставка и защита плакатов по результатам исследования «Мониторинг благосостояния окружающей среды моего города». Награждение Анонимный опрос по мероприятию и оценке личных результатов	Образовательные: продолжить формирование знаний в области экологии; Развивающие: развивать мыслительные операции (анализ, сравнение), здоровое отношение к критике, самооценивание, работу над ошибками, умение прислушиваться к чужому мнению. Воспитательные: воспитывать интерес и уважение к вопросам экологической безопасности, воспитывать дисциплинированность, эмоционально-ценностное отношение к природе своего края	30

Все мероприятия протекают во внеурочное время, их посещение в конце недели поощряется грамотами за участие. Так же на некоторых мероприятиях происходит разделение на несколько групп, определяющие сложность конкретных заданий: 5-7 класс, 8-11 класс.

Так как первичные навыки лабораторных работ по химии появляются у учащихся начиная с 8 класса, то рассмотрим программу экологической декады для 8-11 класса.

1 день. Открытие декады и вступительная презентация являются организационным моментом для всей дальнейшей недели. Здесь учителя должны постараться чётко выразить актуальность выбранной им темы и замотивировать школьников в изучении данного вопроса. Важно уже на

данном этапе разбить участников на команды по 4-5 человек, которые сохранятся вплоть до заключительного дня декады.

2 день. Ознакомительный культурно-просветительский видеофильм направлен на углубление знаний об экологии родного края и формирование естественно-научной картины мира в целом. Для закрепления полученных знаний проводится групповая викторина в игровой форме, целью которой является не только продолжение формирования знаний, умений и навыков в области экологии как науки, но и развитие личностных качеств участников: умение общаться в коллективе, способность предлагать и аргументировать свою точку зрения, развивать мотивацию и интерес к обучению посредством игры.

3 день. Мероприятие прикладного характера для проведения связи между теоретическими знаниями и практикой. Учащиеся работают самостоятельно, в группах, по предложенным им методикам, направленным на исследование окружающей среды и выявление закономерностей влияния антропогенных факторов на живые объекты. Для 8-11 класса рассмотрено проведение группового исследовательского проекта на качественный анализ природных компонентов окружающей среды окрестностей школы (желательно рядом с крупным источником антропогенного загрязнения: дорога, промышленное предприятие) (приложение 3) с использованием раздаточного материала (приложение 4). В результате работы обучающиеся приобретают опыт самостоятельного анализа окружающего мира, учатся устанавливать связь между школьными дисциплинами и практикой, а также отрабатывают первичные навыки исследования и качественного анализа. Для закрепления практической деятельности учащиеся всех ступеней получают домашнее задание: оформление результатов исследования в виде плаката-брошюры по экологической обстановке исследуемых районов с указанием оценки загрязнения, предполагаемой причины и мер профилактики для населения.

4 день. Учащиеся продолжают подготовку ко дню презентации их плакатов самостоятельно.

5 день. Каждая команда презентует свой плакат на стенде. Плакаты оценивает комиссия. Участникам могут задаваться дополнительные вопросы об их работе и результатах исследования. Оценки за плакат суммируются с оценками за участие в остальных этапах декады, а затем происходит награждение по общим результатам экологической декады. По желанию можно пройти анонимный опрос и оценить мероприятие как целиком, так и отдельно каждый его этап, а также оставить оценку собственной деятельности, указать свои пожелания и недочеты.

Прогнозируемый результат: активизация познавательного интереса учащихся; формирование желания принять активное участие в деятельности по защите окружающей среды; приобретение каждым учеником веры в свои силы, уверенности в своих способностях и возможностях; развитие коммуникативных качеств личности, взаимоуважения, доверия, уступчивости, инициативности, терпимости; расширение общего кругозора учащихся.

Выводы по третьей главе

Внеурочная проектная деятельность в курсе химии имеет особенное место, так как способна затрагивать бытовую и повседневную жизнь школьников, способствует формированию интереса к химии как науке и развивает мотивацию к дальнейшему обучению.

Учитель при организации внеурочной проектной деятельности выступает в качестве тьютора и выполняет функцию сопровождения, тем самым развивая у учащихся самоорганизацию и самостоятельность.

Внеурочная проектная деятельность может быть представлена в виде нескольких форм: индивидуальная, групповая, массовая, – каждой из них соответствуют свои предполагаемые результаты, но образовательные, развивающие и воспитательные задачи у них могут совпадать.

Индивидуальная исследовательская деятельность направлена на углублённое формирование знаний в области химии, позволяет освоить более сложные методы исследования. По итогам своей деятельности учащиеся обрабатывают и презентуют свои результаты, а затем проводят обязательную рефлексию своей деятельности.

Групповая и массовая исследовательская проектная деятельность была рассмотрена в качестве мероприятия в курсе экологической школьной декады, использует более универсальные методы исследования и в большей степени направлена на достижение личностных и метапредметных результатов, чем предметных. По окончании работы учащиеся презентуют свои результаты в форме плаката, а затем проходят анонимное анкетирование, оценивая свою работу в течение всей недели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе работы проведен анализ литературного материала, раскрывающий вопросы путей поступления меди в окружающую среду, форм ее существования и путей миграции, негативного воздействия избыточного количества меди и ее недостатка для биологической системы.

Апробированы методики фотометрического и титриметрического методов количественного анализа меди. Титриметрический метод анализа в варианте йодометрического титрования модифицирован для использования в рамках школьных исследовательских работ.

Проведено количественное определение соединений меди в образцах проб воды, почв и растительности, отобранных на территории г. Кыштым и его окрестностей и показано количественное распределение меди по этим компонентам.

Разработано и проведено мероприятие для обучающихся в рамках экологической декады химико-экологической направленности.

По результатам работы можно сделать ряд выводов:

1. По данным литературного анализа соединения меди выступают в качестве распространенных загрязнителей окружающей среды, переносимых аэральным путем. Первичному загрязнению подвергаются листья древесной растительности, почвы и вода, через которые происходит водный транспорт по другим компонентам экосистемы.

2. Для реализации в школьной практике удовлетворительные результаты количественного определения меди могут быть достигнуты при использовании фотометрического и титриметрического методов. Вариант йодометрического титрования может быть реализован при предварительном выделении меди в виде аммиаката или отделении железа в виде фторидного комплекса с учётом ошибки определения 15-18 %.

3. Наименее загрязненной территорией является зона оз. Анбаш, расположенная к юго-востоку и наиболее удаленная от КМЭЗ. Наибольшей степенью загрязнения характеризуются пробы района реки Кыштым, на побережье которой располагается КМЭЗ. Все исследуемые пробы воды по содержанию меди характеризуются как незагрязненные, в то время как для всех исследуемых почв характерно превышение содержания элемента от 2 до 8 раз.

4. На основе количественного перераспределения меди можно предположить, что при аэральном переносе большая часть загрязнителя активно осаждается на почвы в ближней зоне от предприятия, а часть меди активно поглощается хвоей древесных растений. Травянистая растительность нижнего яруса поглощает медь только за счет почвенного питания.

5. В рамках экологической декады химико-экологической направленности разработан и реализован групповой проект «Мониторинг благосостояние окружающей среды моего города», способствующий формированию основ экологической культуры, экологическому просвещению и обеспечению непрерывного экологического образования школьников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азаренко Ю. А. Микроэлементы (Mn, Cu, Zn, Co, Mo) в системе «почва-растение» и оптимизация их применения в агроценоз Омского Прииртышья : дис. док. сх. наук : 06.01.04 / Азаренко Юлия Александровна ; ФГБОУ ВО «НГАУ». – Омск, 2020. – 424 с.
2. Айдарова Ф. Р. Биологическая роль меди и обнаружение меди в фармацевтических препаратах / Ф. Р. Айдарова, О. В. Неелова // Успехи современного естествознания. – 2011. – №8. – С. 221–222.
3. Аношкин М. П. Про город Кыштым : путеводитель / М. П. Аношкин. – Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 1968. – 98 с.
4. Антропов Л. И. Теоретическая электрохимия : учеб. пособие / Л. И. Антропов. – Москва : Высшая школа, 1984. – 519 с.
5. Белоусова Ю. С. Состояние меди и цинка в системе «почва-растение» в условиях загрязнения : автореф. дис. канд. биол. наук : 06.01.04 / Белоусова Юлия Сергеевна ; МГУ. – Москва, 2013. – 165 с.
6. Березов Т. Т. Биологическая химия : учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – Москва : Медицина, 1998. – 704 с.
7. Бурцева Л. В. Оценка загрязнения атмосферы медью в фоновых районах Европы / Л. В. Бурцева, Е. С. Конькова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2020. – С. 10–30.
8. Васильева Ю. В. Комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды администрации Кыштымского городского округа / Ю. В. Васильева // Экологический вестник. – 2015. – №12. – С. 10–15.
9. Внеурочная работа по химии в современной школе: учеб.-метод. пособие / М. С. Пак, В. Н. Давыдов, М. К. Толетова, А. Л. Зелезинский. – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. – 49 с.
10. Вострикова Н. М. Химия металлов : учебное пособие / Н. М. Вострикова, Г. Т. Королев. – Красноярск : СФУ, 2012. – 330 с.

11. Галимова А. Р. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм / А. Р. Галимова, Ю. А. Тунакова // Вестник Казанского технологического университета : [сайт]. – 2013. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postuplenie-soderzhanie-i-vozdeystvie-vysokih-kontsentratsiy-metallov-v-pitievoy-vode-na-organizm> (дата обращения: 16.04.2023).

12. Герасимова Л. В. Электрохимические процессы. Химические свойства металлов : учеб. пособие / Л. В. Герасимова, Н. А. Онохина, Е. Ю. Ларина. – Архангельск : САФУ, 2015. – 77 с.

13. Голованова О. А. Химия металлов : учеб. пособие / О. А. Голованова. – Омск : ОГУ им. Ф. М. Достоевского, 2015. – 552 с.

14. ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди : дата введения 1974-01-01 / Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР. – Изд. официальное. – Москва : Межгосударственный стандарт, 1974. – 8 с.

15. Григорьев Н. А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры / Н. А. Григорьев. – Екатеринбург : УрО РАН, 2009. – 383 с.

16. Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах : справочник / Я. М. Грушко. – Ленинград : [б.и.], 1979 – 160 с.

17. Гудима Н. В. Интенсификация электролитического рафинирования меди / Н. В. Гудима. – Москва : Металлургия, 1978. – 80 с.

18. Гуров А. А. Химия: Теория и практика. Металлы и сплавы / А. А. Гуров, П. В. Слитиков. – Москва : МГТУ, 2019. – 357 с – ISBN 978-5-7038-5039-8.

19. Дамаскин Б. Б. Электрохимия : учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – Москва : Химия, КолосС, 2006. – 672 с.

20. Дирюкова А. А. Комплексный анализ содержания соединений тяжелых металлов в окружающей среде и их влияние на организмы /

А. А. Дирюкова // Инфоурок : [сайт]. – 2017. – URL: <https://infourok.ru/issledovatelskaya-rabota-kompleksniy-analiz-soderzhaniya-soedineniy-tyazhelih-metallov-v-okruzhayuschey-srede-i-ih-vliyanie-na-o-2581610.html> (дата обращения 11.05.2022).

21. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия биогенных элементов : учеб. для ВУЗов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. – Москва : Высшая Школа, 1993. – 559 с.

22. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии / Ю. А. Золотов, Н. Ф. Долманова, Е. Н. Дорохова. — Москва : Высшая Школа, 2004. – Т. 2. – 503 с.

23. Исламова А. И. Физиологическая роль меди и ее соединений : / А. И. Исламова, Р. Н. Мифтахова, А. С. Абдрахманов // Материалы Всероссийской научной конференции. – 2013. – С. 115-118.

24. Карнаухова И. В. Исследование содержания меди и активности медь-зависимой супероксиддисмутазы в организме человека / И. В. Карнаухова // Научное обозрение. Биологические науки. – 2018. – № 2. – С. 10-14. – URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1096> (дата обращения: 14.03.2023).

25. Ковтунов А. И. Металлургия цветных металлов : электронное учеб.-метод. пособие / А. И. Ковтунов, Т. В. Семистенова. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 63 с. – ISBN 978-5-8259-1014-7.

26. Кожина Л. Ф. Количественные характеристики окислительно-восстановительных процессов : учебное пособие / Л. Ф. Кожина. – Саратов : Научная книга, 2008. – 64 с.

27. Кожина Л. Ф. Комплексные соединения в неорганической химии : учеб.-метод. пособие / Л. Ф. Кожина, И. В. Косырева, Я. Г. Крылатова. – Саратов : 2017 – 48 с. – ISBN 5-292-02212-8.

28. Кожина Л. Ф. Химия комплексных соединений : учеб. пособие. / Л. Ф. Кожина, Т. В. Захарова, Г. Н. Макушова. – Саратов : Саратов : 2011. – 99 с.

29. Кожина Л. Ф. Медь и её соединения : учеб.-метод. пособие / Л. Ф. Кожина, Т. А. Акмаева. – Саратов : [б.и], 2017. – 53 с.

30. Кожина Л. Ф., Егорова А. А. Металлы и их соединения : лабораторный практикум / Л. Ф. Кожина, А. А. Егорова, – Саратов : [б.и.], 2017. – 122 с.

31. Копп Д. Д. Оценка эффективности применения гуминовых препаратов для оптимизации содержания подвижных форм ионов меди (II) в почвенных объектах / Д. Д. Копп, А. В. Портнова // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2018. – №4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-primeneniya-guminovyh-preparatov-dlya-optimizatsii-soderzhaniya-podvizhnyh-form-ionov-medi-ii-v-pochvennyh> (дата обращения: 15.05.2023).

32. Коршунов Т. Е. Медь и медные сплавы : учеб. пособие / Т. Е. Коршунова. – Москва : Инфра-Инженерия, 2020. – 156 с. – ISBN 978-9729-0466-2.

33. Купряков Ю. П. Шлаки медеплавильного производства и их переработка / Ю. П. Купряков. – Москва. : Metallurgia, 1987. – 200 с.

34. Ладонин Д. В. Особенности специфической сорбции меди и цинка некоторыми почвенными минералами / Д. В. Ладонин. – Москва : Почвоведение, 1997. – 148 с.

35. Линник П. Н. Адсорбция тяжелых металлов донными отложениями в присутствии гумусовых веществ / П. Н. Линник, А. В. Зубко, И. Б. Зубенко // Гидробиологический Журнал, 2005. – С. 104-119.

36. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набивенец. – Москва : Гидрометеиздат, 1986. – 272 с.

37. Лозинская Е. Ф. Изучение сорбционных свойств природных сорбентов по отношению к ионам меди (II) / Е. Ф. Лозинская, Т. Н. Митракова, Н. А. Жилиева // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2013. – №3 (27). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-sorbtsionnyh-svoystv-prirodnih-sorbentov-po-otnosheniyu-k-ionam-medi-ii> (дата обращения: 11.02.2022).

38. Майстренко В. Н. Экологический мониторинг супер-экоотоксикантов : учеб. пособие / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. – Москва : Химия, 1996. – 320 с.

39. Моисеенко Т. И. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция, экотоксикология / Т. И. Моисеенко, Н. А. Гашкина. – Москва : Наука, 2006. – 260 с.

40. Нотова С. В. Изучение химических форм меди и марганца в живом организме / С. В. Нотова, Т. В. Казакова, О. В. Маршинская // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-himicheskikh-form-medi-i-margantsa-v-zhivom-organizme-obzor> (дата обращения: 16.05.2023).

41. Осинцев О. В. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки : справочник / О. В. Осинцев, В. Н. Федоров. – Москва : Машиностроение, 2004. – 336 с.

42. Попов А. И. Гуминовые вещества, свойства, строение и образование : учеб. пособие / А. И. Попов. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2004. – 264 с.

43. Парахонский А.П. Роль меди в организме и значение её дисбаланса / А. П. Парахонский // Естественно-гуманитарные исследования. – 2015. – №4(10). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-medi-v-organizme-i-znachenie-ee-disbalansa> (дата обращения: 16.05.2023).

44. Подчайнова В. Н. Медь / В. Н. Подчайнова, Л. Н. Симонова: – Москва : Наука, 1990. – 249 с.

45. Понизовский А. А. О комплексообразовании в растворах тартратов меди и кальция / Т. А. Студеникина, Е. В. Мироненко // Журнал неорганической химии. – 1997. – С. 632–637.

46. Понизовский А.А. Поглощение ионов меди (II) почвой и влияние на него органических компонентов почвенных растворов / Т. А. Студеникина, Е. В. Мироненко // Почвоведение. – 1999. – С. 850–859.

47. Попенко Е. Р. Титриметрические методы определения меди в присутствии посторонних ионов / Е. Р. Попенко // Современные тенденции развития науки и практики в исследованиях молодых : сборник статей по итогам научно-исследовательской работы студентов и аспирантов ЮУрГГПУ за 2020-2021 учебный год; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет – Челябинск : Южно-Уральский научный центр РАО, 2021. – С. 51–54.

48. Попов Д. А. Влияние меди на организм человека / Д. А. Попов // БМИК. – 2017. – №6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-medi-na-organizm-cheloveka> (дата обращения: 15.05.2023).

49. Радыш И. В. Введение в элементологию : учеб. пособие / И. В. Радыш, А. В. Скальный, С. В. Нотова. – Оренбург : ОГУ, 2017 – 183 с. – ISBN 978-5-4417-0677-3.

50. Расчеты металлургических процессов производства меди : учеб. пособие / Е. И. Елисеев, А. И. Вольхин, Г. Г. Михайлов, Б. Н. Смирнов. – Челябинск : ЮУрГУ, 2012. – 221 с.

51. Тедеева И. Р. Биологическая роль меди и её соединений / И. Р. Тедеева, Л. М. Кубалова // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2014. – URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014003112> (дата обращения: 13.04.2023).

52. Тер-Акопян М. Н. Химия металлов / М. Н. Тер-Акопян, Ю. В. Соколова, О. А. Брагазина. – Москва : НИТУ «МИСиС», 2015 – 148 с.

53. Ульрих Д. В. Экологическая нагрузка на окружающую среду предприятиями по добыче и переработке меди Южно-Уральском регионе / Д. В. Ульрих // Техносферная безопасность. – 2016. – №1. – С. 49–59.

54. Уткин Н. И. Металлургия цветных металлов : учеб. для техн. / И. Н. Уткин, С. И. Соболев. – Москва : Metallurgia, 1985. – 440 с.

55. Харина Г. В. Химические свойства конструкционных металлов и сплавов : учеб. пособие / Г. В. Харина, С. В. Анахова. – Екатеринбург : РГППУ, 2019. – 152 с. – ISBN 978-5-8050-0666-2.

56. Худяков И. Ф. Технология вторичных цветных металлов : учеб. для вузов / И. Ф. Худяков, А. П. Дорошкевич, С. Э. Кляйн. — Москва : Metallurgia, 1981. – 280 с.

57. Худяков И. Ф. Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов / И. Ф. Худяков, С. Э. Кляйн, Н. Г. Агеев. – Москва : Metallurgia, 1993. – 432 с.

58. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений : учебник / Г. Шарло. – Москва : Химия, 1969. – 150 с.

59. Шахова В. Т. Электролиз меди / В. Т. Шахов. – Москва : Metallurgia, 1970. – 220 с.

60. Шустов С. Б. Химические основы экологии : учеб. пособие / С. Б. Шустов, Л. В. Шустова. – Москва : Просвещение, 1995. – 240 с.

61. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия : учеб. пособие / К. Эльшенбройх, Пер. Ю. Ф. Опруненко, Д. С. Перекалина. – Москва : БИНОМ, 2011. – 746 с.

62. Яковлева Н. Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении : учеб. пособие / Н. Ф. Яковлева. – Москва : ФЛИНТА, 2014 – 144 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта забора проб

Для исследования были выбраны координаты для забора проб в черте города (рис. 1.1)

Оз. Теренкуль (север-восток) – юго-восточный берег. (55.763696, 60.583299)

Оз. Сугомак (запад) – северо-восточный берег (55.719966, 60.499072)

Оз. Анбаш (юг) – северо-восточный берег. (55.667880, 60.563551)

Р. Кыштым – северо-западный берег. (55.731801, 60.569741)

КМЭЗ - 55.733653, 60.575124

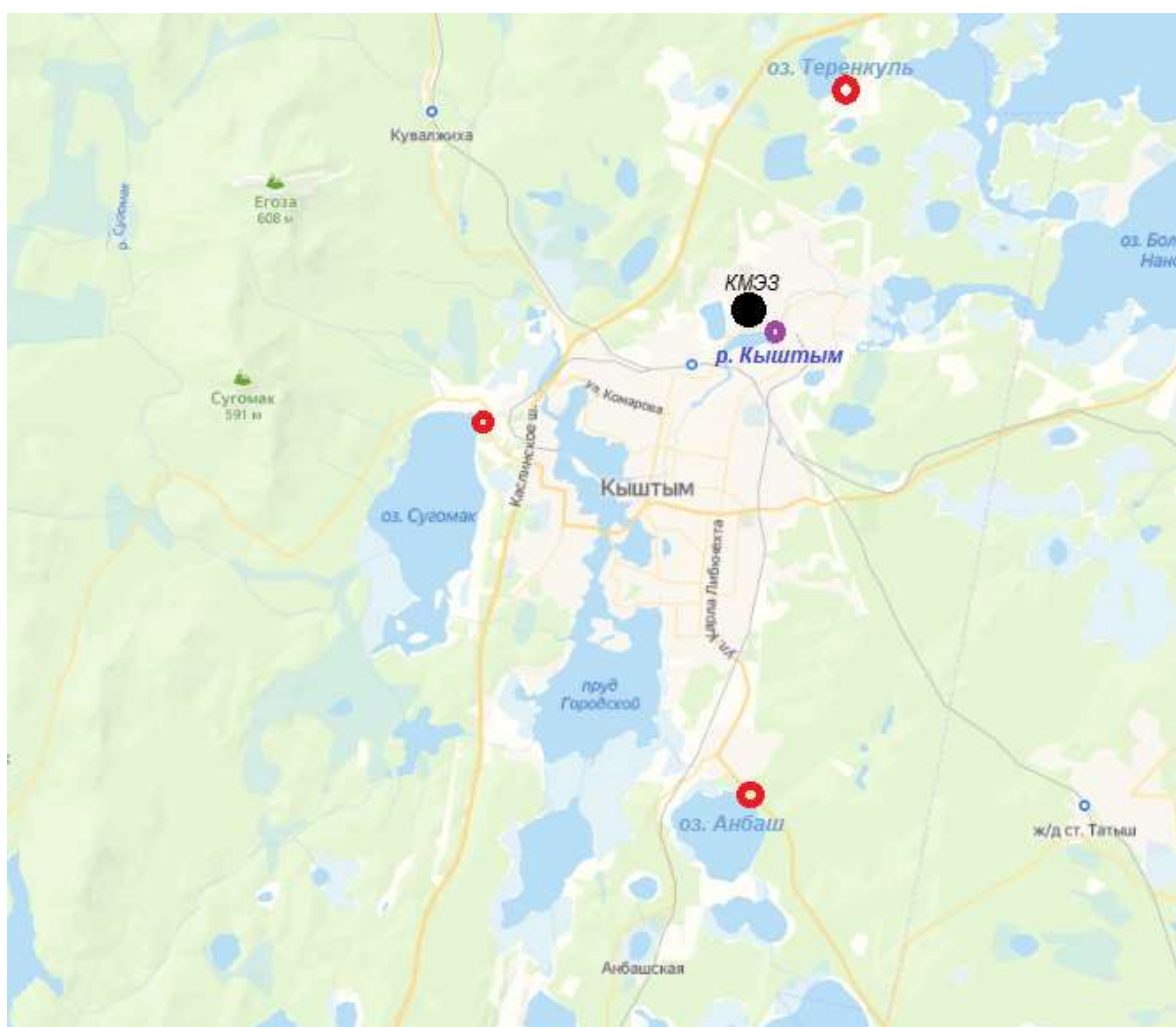


Рисунок 1.1 – Карта забора проб в г. Кыштым

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Колориметрическое определение массовой концентрации меди с диэтилдитиокарбаматом натрия

В колориметрический цилиндр с отметкой на 50 см³ отмеряют 50 см³ исследуемой воды (при массовой концентрации меди более 0,5 мг/дм³ объем исследуемой воды уменьшают и доводят его дистиллированной водой до 50 см³). Если вода не была подкислена при отборе пробы, то ее подкисляют 1-2 каплями соляной кислоты, разбавленной 1:1, затем последовательно прибавляют 1 мл раствора сегнетовой соли, 5 мл раствора аммиака (1:4), 1 мл раствора крахмала и 5 мл раствора диэтилдитиокарбамата натрия. После добавления каждого реактива производят перемешивание. Интенсивность полученной окраски измеряют визуально или фотометрически, пользуясь шкалой стандартных растворов. Для приготовления шкалы стандартных растворов отбирают в цилиндры Несслера 0,0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 и 3,0 см рабочего стандартного раствора (массовая концентрация меди в стандартных растворах шкалы соответственно будет равна 0,02; 0,04; 0,1; 0,6 мг/л), разбавляют до 50 мл дистиллированной водой и обрабатывают так же, как исследуемую пробу. При визуальном определении сравнение окраски исследуемого раствора со шкалой стандартных растворов производят сверху на белом фоне (растворы шкалы устойчивы в течение 1 ч).

При фотометрическом колориметрировании используют синий светофильтр (430 нм) и кювету с толщиной рабочего слоя 50 мм. Из измеренной оптической плотности исследуемой пробы вычитают оптическую плотность контрольной пробы.

Для построения градуировочного графика используют оптические плотности окрашенных стандартных растворов, приготовленных для визуального определения. Из найденных величин вычитают оптическую

плотность контрольной пробы. Строят график зависимостей оптической плотности от концентрации меди в мг/дм³.

Массовую концентрацию меди (X), мг/л, вычисляют по формуле (2.1):

$$X = \frac{C \cdot 50}{V}, \quad (2.1)$$

где C – концентрация меди, найденная по градуировочному графику или визуально по шкале стандартных растворов, мг/л;

V – объем пробы, взятый для определения, мл.

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения (сходимость) между которыми не должны превышать $\pm 25\%$. Результат округляют до второго десятичного знака.

Допускаемые расхождения результатов (A) в процентах вычисляют по формуле (2.2):

$$A = \frac{2(P_1 - P_2)}{P_1 + P_2} \cdot 100, \quad (2.2)$$

где P₁ - больший результат из двух параллельных определений;

P₂ - меньший результат из двух параллельных определений.

Суммарная погрешность определения меди не превышает $\pm 25\%$ при доверительной вероятности 0,95.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технологическая карта внеурочного мероприятия

Тема внеурочного мероприятия: Мониторинг благосостояние окружающей среды Нижнего Къштыма.

Место данного мероприятия: Внеурочное мероприятие в рамках экологической декады.

Цель мероприятия: комплексная оценка воздействия КМЭЗ на экосистему отдельных районов Нижнего Къштым.

Задачи мероприятия:

Образовательные: продолжить формирование знаний в области неорганической аналитической химии; составление формул химических соединений, составление уравнений реакций; научить применять знания в области биологии на практике.

Развивающие: умение работать в команде, развивать способность к самоорганизации, целеполаганию, умению формулировать свою точку зрения и аргументировать её; развитие умения самостоятельной работы с текстом; развить наблюдательность.

Воспитательные: развитие патриотизма, исторического воспитания, естественно-научного мышления; прививать любовь и интерес к химии как к науке; развитие мотивации; экологическое воспитание, нравственное воспитание.

Основные понятия: металлургия, биоиндикация, экологический мониторинг, окружающая среда.

Дидактический материал:

1. Лабораторный опыт «Методы определения качества воды»
2. Оборудование: мультимедиа, штатив с пробирками, мерная колба, раствор нитрата серебра AgNO_3 , хлорида бария BaCl_2 , гидроксида натрия NaOH , глазные пипетки, линейка.

Таблица 3.1 –Технологическая карта внеурочного мероприятия «Мониторинг благосостояние окружающей среды Нижнего Кыштыма»

Этап	Планируемые результаты	Деятельность учителя	Деятельность обучающегося	Используемые методы, приемы, формы	Формируемые УУД	Результат взаимодействия
1	2	3	4	5	6	7
Организационный момент	Личностные: самоорганизация	Здравствуйте! Сегодня ждем вас исследовательский этап экологической декады. Ваша первая задача сформировать команды по 4-5 человек.	Формирование команд.	Беседа	Личностные: самоорганизация, самоопределение Регулятивные: прогнозирование Коммуникативные: организация ситуации сотрудничества	Учащиеся формируют команды или случайным образом, или с учетом их взаимоотношений
Актуализация знаний	Предметные: углубление знаний о свойствах металлов. Метапредметные: расширение кругозора, выдвижение гипотез, установление причинно-следственных связей. Личностные: мотивация, воспитание патриотизма, экологическое воспитание.	На данный момент одним из самых крупных благотворительных фондов нашего города является фонд Русской Медной Компании (РМК). Скажите, работу какого завода она финансирует? Чем занимается КМЭЗ? Располагается КМЭЗ на ул. Парижской Коммуны, которая находится от нашей школы в пределах одного километра, а для кого-то это соседняя от дома улица.	Кыштымский Медеэлектролитный завод Производство медной продукции..	Беседа Рассказ	Познавательные: установление причинно-следственных связей, анализ Регулятивные: контроль и оценка своих знаний Коммуникативные: выдвижение гипотез, аргументация.	Обобщение знаний о металлургическом производстве и его значении в родном крае.

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7
		<p>Невозможно закрыть глаза на пользу цветной металлургии и производства меди для общества и государства в частности, поэтому предлагаю вашему вниманию короткий видеоролик об истории и работе КМЭЗа. (Видеоролик) Медь — второй среди цветных металлов по объемам потребления мировой экономикой, имеет самую высокую после серебра электрическую проводимость. Из меди делают обмотки трансформаторов и генераторов, провода линий электропередачи.. Иными словами, мы не можем отказаться от использования меди, так как она входит в состав многих необходимых нам сейчас предметов быта. Скажите, какое сырье используют на медеэлектролитном заводе?</p>	<p>(Просмотр видеоролика)</p> <p>Черновая медь из Карабаша, серная кислота, вода</p>	<p>Демонстрация видеофильма Рассказ</p> <p>Беседа</p>		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7
		<p>Поднимите руку те, кто не согласен с этим утверждением. Объясните свою позицию, аргументируя собственными наблюдениями.</p> <p>Наше занятие будет направлено на развитие ваших наблюдательских способностей и займемся мы крупной исследовательской работой, направленной на мониторинг и оценку экологической обстановки территории не только нашей школы, но и всего района Нижнего Кыштыма.</p> <p>Ради чего мы будем проводить это исследование? Какую практическую значимость имеют исследования в области экологии? (Определение цели и задач исследования на слайде в течение всего мероприятия)</p>	<p>Пример: На заводе происходит много выбросов, которые попадают в водную и воздушную среду и могут попадать на территорию школы. Летом не растёт большое количество зеленых насаждений кроме сорняков, преимущественно обитают распространённые и оседлые формы птиц</p> <p>Определение наиболее безопасных для проживания районов Нижнего Кыштыма. Улучшение благосостояния в зависимости от района проживания</p>	<p>Дискуссия</p>		

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Исследовательская деятельность и обработка результатов	Предметные: применение навыков лабораторных работ по химии и биологии, изучение качественных реакций, составление схем химических реакций и расстановка коэффициентов. Метапредметные: анализ, индукция, обобщение, командная работа, контроль и оценка, планирование. Личностные: самоопределение, формирование экологической грамотности	На ваших столах расположены справочные материалы для работы с природными образцами. Внимательно изучите справочные материалы и листы с заданиями, а затем приступайте к выполнению поставленных перед вами задач. Оформите результаты исследования в виде небольшого плаката, представляющего экологическую обстановку вашего района с выводом, какие рекомендации вы предложите для проживания и облагораживания данного района. В конце урока мы должны сделать вывод в соответствии с целью нашего урока	(Выполнение заданий из приложения 4) Команды 1. Устье реки Кыштым (МОУ СОШ №2) 2. Озеро Выпущенное (Северо-Западный частный сектор) 3. Исток реки Кыштым (территория КМЭЗ) 4. Озеро Коноплянка (жилой комплекс Коноплянка)	Работа с текстом Работа в команде Лабораторная работа	Личностные: самоопределение. Познавательные: установление причинно-следственных связей, анализ, сравнение, обобщение. Регулятивные: планирование, установка целей и задач, контроль и оценка. Коммуникативные: кооперация, аргументация своей точки зрения	Выполнение заданий с использованием предложенной литературы и методик лабораторного опыта в группе. Распределение обязанностей, подготовка творческого задания и ответов на вопросы

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Презентация результатов исследования	Предметные: углубление знаний в области химии, биологии и экологии. Метапредметные: обобщение, публичное выступление, аргументация, формулирование вопросов, контроль и оценка. Личностные: самоопределение	Приготовьтесь слушать, чтобы задать вопросы ребятам в конце их выступления. Задача каждой группы сформулировать выводы о экологическом состоянии исследуемого вами района и аргументируйте. Определите наиболее благоприятный район для проживания на Нижнем Кыштыме	(Выступление с плакатом) (Вывод) (Ответы на вопросы)	Групповые выступления Дискуссия	Личностные: самоопределение, самоориентация. Познавательные: обобщение. Регулятивные: целеполагание, контроль и оценка, планирование. Коммуникативные: публичное выступление, формулирование вопросов	Учащиеся презентуют плакаты, делают выводы, отвечают на вопросы, слушают остальных
Рефлексия	Метапредметные: контроль и оценка. Личностные: экологическое воспитание.	Скажите, можно ли считать, что территория Нижнего Кыштыма сильно подвержена промышленному загрязнению КМЭЗ? С чем это связано? Поделитесь впечатлениями о проделанной вами работе. Понравилось ли вам выступать в роли исследователей?	Нет, не сильно. На заводе реализуются методы сокращения вредных выбросов в окружающую среду	Беседа	Личностные: экологическое воспитание, самоопределение. Регулятивные: контроль и оценка. Коммуникативные: рассуждение, озвучивание своего мнения	Оценка своей деятельности по результатам исследовательского этапа

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Раздаточный материал к мероприятию

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Биоиндикация хвойных растений

Инструкция! Внимательно изучите материал и выполните задания в конце текста.

Хвойные (голосеменные) деревья (ель, сосна) чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха отработанными выхлопами автомобилей, химических комбинатов и пр., особенно сернистому газу – SO_2 . Кроме того, хвойные (сосна) чувствительны к радиационному фону.

На загрязненность воздуха эти деревья реагируют появлением хлорозов (пятен с измененной окраской) и некрозов (отмирания, усыхания) хвои. При дальнейшем негативном действии хвоинки буреют, засыхают и опадают – происходит дефолиация (опадание листвы/хвои). Чем старше возраст хвоинок, тем больше в них накапливается токсинов из воздуха и с тем большей вероятностью они повреждаются и опадают.

Появление хлорозов, некрозов и дефолиация служат количественными и качественными указателями на загрязнение атмосферы данного места.

Хвойные растения – индикаторы загрязнения воздуха, они очень чувствительны к его чистоте, поэтому плохо живут в промышленных городах (кроме лиственницы). Наиболее чувствительна к загрязнениям ель, затем пихта и сосна, потом лиственница. В исследованиях в качестве биоиндикатора чаще всего используется сосна как наиболее широко распространенная культура. В зонах сильного загрязнения хвоя приобретает темно-красную окраску, в хвоинках накапливаются ядовитые вещества, а устьица забиваются копотью. Затем хвоя отмирает и опадает, просуществовав всего 1 год при норме 3–4 года. Потеря лесных богатств –

одно из экологических бедствий нашей страны. В Красную книгу России занесено 11 видов голосеменных растений.

Для исследования взята ель обыкновенная приблизительно одного возраста (30 лет), взяты молодые побеги первого порядка.

Задания:

1. Проведите измерения следующих биометрических показателей:

а) длина побега;

б) количество хвоинок на 10 см побега;

в) цвет хвои на побеге;

г) средняя длину 20 хвоинок по формуле (4.1)

$$L_{\text{сред.}} = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_{20}) : 20. \quad (4.1)$$

д) процент повреждения по формуле (4.2):

$$\text{Процент повреждения} = N(\text{больных}) \cdot 100\% / N(\text{всех}) \quad (4.2)$$

2. Дайте характеристику наиболее часто встречаемым повреждениям на вашем побеге. Предположите, с чем это может быть связано?

3. Почему для анализа выбрана именно ель обыкновенная? Почему измерение производится на годовалом побеге?

4. Подготовьте ответы на ваши вопросы для устного выступления.

ХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Органолептические и химические методы оценки воды

Инструкция! Внимательно изучите и заполните таблицу 4.1, проведите исследование заранее отобранной и подготовленной пробы воды точно по указанным ниже методикам. Подготовьте устное выступление в соответствии с вопросами под таблицей.

Таблица 4.1 – Методы определения качества воды

Параметр	Методика определения	Интенсивность, балл	Характер	Возможный источник	Оценка, балл
Запах	Открытую колбу с водой держать на расстоянии от лица, поднося к себе газы легкими движениями руки, при этом не делая полный вдох	I. Отсутствует II. Очень слабый III. Слабый IV. Заметный V. Отчетливый VI. Очень сильный	Естественный (земля, гниль, плесень, трава, рыба и т.д.) Искусственный (нефть, бензин, хлор, уксус, сероводород, металл и т.д.)		
Мутность	Колбу, заполненную водой, проносят над чёрным фоном и наблюдают степень мутности	I. Прозрачная II. Слабо опалесцирующая III. Опалесцирующая IV. Слабо мутная V. Мутная VI. Очень мутная	Размер и характер взвесей		
Цветность	Колбу, заполненную водой, ставят на белый фон и рассматривают на свету.	I. Отсутствует. II. Слабый цвет III. Заметный цвет. IV. Интенсивный цвет	Характер цвета		
Наличие катиона меди	В чистой пробирке к 1 мл исследуемой воды прилить 5 капель гидроксида натрия NaOH. Перемешать	I. Отсутствие голубого осадка. II. Выпадение голубого осадка	Допишите уравнение реакции. Какое вещество образуется? $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH} =$		
Наличие сульфат-ионов	В чистой пробирке к 1 мл исследуемой воды прилить 5 капель раствора хлорида бария BaCl ₂ . Перемешать	I. Отсутствие белого осадка. II. Выпадение белого осадка.	Допишите уравнение реакции. Какое вещество образуется? $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 =$		
Наличие хлорид-ионов	В чистой пробирке к 1 мл исследуемой воды прилить 5 капель раствора нитрата серебра AgNO ₃ . Перемешать	I. Отсутствие белого осадка. II. Выпадение белого осадка.	Допишите уравнение реакции. Какое вещество образуется? $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 =$		

Предположите уровень качества исследуемого водного образца. Если больше половины параметров обладают высокими баллами загрязнения, то вода считается грязной и не подходит для бытового использования. Если больше половины параметров обладают низкими баллами загрязнения, то вода считается чистой и пригодной для бытового использования.

Задания:

Используя личный опыт, справочную литературу, методику анализа воды и информационную базу Интернет, ответьте на следующие вопросы:

1. Исходя из результатов анализа, исследуемая вами вода является чистой или грязной? Для каких отраслей применения она пригодна?
2. Какие ионы были обнаружены в исследуемом образце? С чем это может быть связано?
3. Используя Интернет, опишите последствия избыточного влияния ионов меди, сульфатов и хлоридов на организм человека, растений и животных?

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Оценка расположения исследуемой области

Инструкция! Изучите карту Нижнего Кыштыма (рис. 4.1) и ответьте на следующие вопросы:

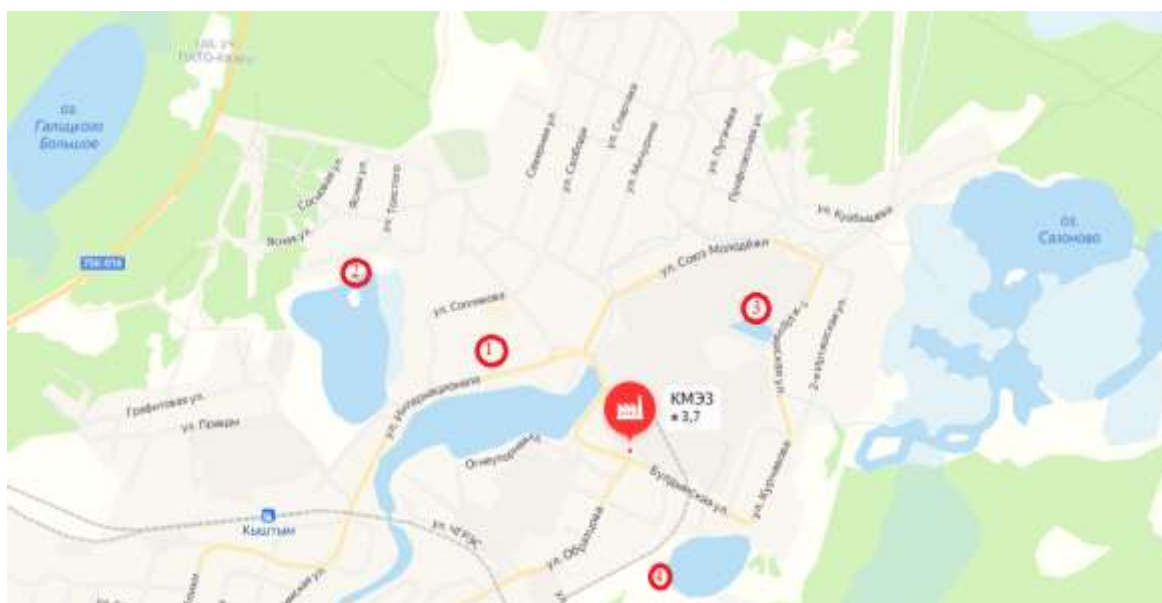


Рисунок 4.1 – Карта забора проб в районе Нижний Кыштым

Задания:

1. Оцените близость КМЭЗа и исследуемой вами точки забора природных компонентов. Назовите основные вредные вещества, выбрасываемые заводом, и каким образом они могут переместиться до исследуемой вами области?
2. Опишите биоценотическую обстановку исследуемой вами области (природная зона, наличие вблизи леса, автомагистрали, жилой или промышленной зоны).
3. Оцените численность и хозяйственность изучаемого вами района. Чем грозит отравление данной области вредными веществами?
4. Предложите методы изоляции данной области или снижение рисков от загрязнения.
5. Скажите, какая особенность Урала повлияла на расположение в данном районе заводов по добыче и переработке меди? Какой минерал указал на залежи медной руды?

БИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Оценка биологического многообразия данной области в зимний сезон

Инструкция! Изучите протокол наблюдений с экскурсии в исследуемых областях и ответьте на вопросы в конце текста.

1. Устье р. Кыштым (МОУ СОШ № 2)

По территории рассажены в преобладающем количестве древесные формы березы повислой, рябины обыкновенной, тополя серого. В единичных количествах встречаются ель обыкновенная и дуб черешчатый. Выделено место для пришкольного садового участка.

В ходе экскурсии были обнаружены такие беспозвоночные как: сорока обыкновенная (3 особи), ворона обыкновенная (1), голубь сизый (1), воробей домовый (1). Поведение спокойное, перемещались по ветвям деревьев, на землю не спускались. Редко на деревьях встречались гнёзда сорок. Пение птиц наблюдалось.

2. Оз. Выпущенное (Северо-Западный частный сектор)

По территории посажены в преобладающем количестве древесные формы сосны обыкновенной, ели обыкновенной, березы повислой. Располагаются обширные садовые участки.

В ходе экскурсии были обнаружены такие беспозвоночные как: сорока обыкновенная (1 особь), ворона обыкновенная (2), синица обыкновенная (1), воробей домовый (1). Поведение спокойное, перемещались по ветвям деревьев, спускались на землю и заборы. На деревьях вне частного сектора встречались гнёзда . Пение птиц наблюдалось.

3. Исток р. Кыштым (территория КМЭЗ)

По территории посажены в преобладающем количестве древесные формы ели обыкновенной и тополя серого. Вдалеке располагается клумба.

В ходе экскурсии были обнаружены такие беспозвоночные как: ворона обыкновенная (1), голубь сизый (1), синица обыкновенная (1). Поведение спокойное, перемещались по уличным столбам и проводам. Гнезда не встречались. Пение птиц не наблюдалось.

4. Оз. Коноплянка (жилой комплекс Коноплянка)

По территории посажены в преобладающем количестве древесные формы березы повислой, рябины обыкновенной, тополя серого. В единичных количествах встречается клён ясенелистный, яблоня ранетка. Встречаются участки под сельскохозяйственные работы и клумбы.

В ходе экскурсии были обнаружены такие беспозвоночные как: сорока обыкновенная (особи), голубь сизый (3), синица обыкновенная (2). Поведение спокойное, перемещались по ветвям деревьев, уличным столбам, изгородям, на землю спускались. Редко на деревьях встречались гнёзда. Наблюдалось пение птиц.

Задания:

1. С помощью информационной базы Интернет попробуйте объяснить растительный и животный состав вашего района. Определите, какие животные и растения расселяются исключительно на незагрязненной территории, а какие выносят даже самые суровые антропогенные условия. Почему именно такие виды преимущественно встречаются на данной территории? С чем это может быть связано?

2. Внимательно изучите описание и поведение животных на вашей территории. С чем связано такое поведение?

3. Сделайте вывод об экологии выделенной вам территории с учетом качественного животного состава и его плотности.