



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

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

**Исследование химико-экологического состояния территории карьеров
парка им. Ю. А. Гагарина города Челябинска**

**Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность программы бакалавриата

«Биология. Химия»

Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:
75 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«10» мск 2020 г.
Зав. кафедрой Химии, экологии и
методики обучения химии
(название кафедры)

С Сутягин А.А.

Выполнила:
Студентка группы ОФ-501/068-5-1
Ковина Виктория Александровна

Научный руководитель:
к.х.н., доцент
С Сутягин Андрей Александрович

Челябинск
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД.....	9
1.1 Формирование химического состава природных вод.....	9
1.2 Основные гидрохимические показатели природных вод.....	15
1.3 Влияние почвенного покрова на формирование гидрохимического режима природных вод.....	23
1.4 Влияние основных гидрохимических показателей на живые организмы.....	26
Выводы по первой главе.....	29
ГЛАВА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ КАРЬЕРОВ ПАРКА ИМЕНИ Ю. А. ГАГАРИНА.....	31
2.1 Описание исследуемых территорий.....	31
2.2 Материалы и методы исследований.....	32
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ И ПОЧВ ПРИКАРЬЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	38
3.1 Определение химико-экологических показателей воды карьеров парка Гагарина.....	38
3.2 Определение химико-экологических показателей почв территорий карьеров парка Гагарина.....	41
Выводы по третьей главе.....	42
ГЛАВА 4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ МБОУ «СОШ № 121 Г. ЧЕЛЯБИНСКА».....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	52

ПРИЛОЖЕНИЕ 1	Определение содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде и почве методом комплексонометрического титрования с трилоном Б	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	Определение содержания растворенного кислорода в воде с помощью окислительно-восстановительного титрования в варианте йодометрии по Винклеру.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	Определение перманганатной окисляемости воды окислительно-восстановительным титрованием в варианте обратного титрования с щавелевой кислотой (метод Кубеля)	61
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	Определение органического углерода в почве (по Тюрину).....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	Определение содержания аммиака и ионов аммония в воде фотометрическим методом с реактивом Несслера	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	Определение содержания аммиака и ионов аммония в почве фотометрическим методом с реактивом Несслера	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	Определение нитритов в воде и почве фотометрическим методом с реактивом Грисса.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	Определение содержания нитратов в воде фотометрическим методом с использованием салициловокислого натрия	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	Определение нитратов в почве с гидразином	68
Приложение 10	Определение содержания фосфора в виде ортофосфатов в воде фотометрическим методом.....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 11	Определение легкорастворимых фосфатов в вытяжке Кирсанова.....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 12	Подборка материалов для обучающегося «Экологические проблемы города Челябинска»	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 13	Ситуационная задача	72

ПРИЛОЖЕНИЕ 14 Рекомендации по оформлению исследовательской работы.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 15 Оценочный лист наставника	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 16 Итоги защиты исследовательского проекта обучающегося 10 класса МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска».....	83

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В последнее время для человечества особо острыми стали экологические проблемы, связанные с сокращением доступных природных ресурсов масштабного использования. В частности, увеличение водооборота и интенсивная антропогенная нагрузка на объекты гидросферы приводят к возникновению проблемы чистой воды. Степень воздействия человека на гидросферу стала настолько велика, что превышает естественные буферные способности водоемов, в результате чего вода начинает переходить из раздела возобновляемых в категорию невозобновляемых ресурсов. По оценкам ООН на современном этапе более 1 млрд. человек не имеют достаточного доступа к чистой питьевой воде, а более 2,5 млрд. человек не имеют достаточного доступа к воде хозяйственного назначения. Ежегодно интенсивность водопользования возрастает, и по прогнозам к 2025 году 2/3 человечества может испытать нехватку водных ресурсов [35].

Концепция устойчивого развития [9] среди важнейших задач, направленных на обеспечение будущего человечества, рассматривает решение проблемы голода, включая нехватку питьевой воды, и снижение загрязнения природных ресурсов, включая водные [27]. Применение химических подходов, таких как новые более эффективные методы очистки питьевой воды, эффективные технологии водообеспечения и водопользования, поиск новых сырьевых источников водоснабжения могут позволить приблизиться к решению проблемы дефицита пресной воды на планете [4].

Одним из возможных вариантов, направленных на решение проблем водопользования, является более рациональная эксплуатация водоемов, созданных человеком или природой, но не используемых в достаточной степени на современном этапе их существования. Среди таких водоемов можно выделить искусственные карьеры, созданные для добычи

строительных материалов и не эксплуатирующиеся в настоящий момент для этих целей.

Потенциальными водными объектами города Челябинска, созданными человеком, но практически не эксплуатируемыми в настоящее время, являются гранитные карьеры, расположенные на территории парка культуры и отдыха им. Ю. А. Гагарина. Часть этих карьеров на современном этапе является заброшенной, но некоторые из них выступают в качестве мест культурного отдыха как ландшафтные системы, обеспечивающие внешний вид (кафе, зоны отдыха). Некоторые карьеры используются как места «дикого» отдыха с организацией неофициальных пляжей. Для определения возможности включения этих водоемов, например, в рекреационную деятельность, необходимо проведение мониторинговых исследований. Важнейшим компонентом этих исследований является определение гидрохимических показателей, демонстрирующих соответствие качества воды предполагаемым вариантам использования, а также устанавливающим необходимость проведения мероприятий по улучшению эстетического вида карьеров. Для получения более полной и детальной информации необходимо также проводить оценку состояния систем, сопряженных с водной средой, например, береговых почв.

Цель и задачи. Целью работы является исследование химико-экологического состояния территории карьеров парка Ю. А. Гагарина города Челябинска. Достижение цели возможно через решение ряда задач:

1) теоретически изучить факторы формирования химического состава карьерных вод и влияния химического состава почв на гидрологические параметры водоема;

2) выполнить химический анализ воды карьеров парка Ю. А. Гагарина по основным гидрохимическим показателям и сравнить полученные результаты с нормативами для вод культурно-бытового назначения;

3) выполнить определение основных показателей химического состава почв прикарьерных территорий парка имени Ю. А. Гагарина и рассмотреть возможность влияния химического состава почв на химический состав воды карьеров;

4) осуществить сопровождение проектной деятельности обучающихся МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска» с использованием материалов исследования.

Объект исследования: территория карьеров парка Ю. А. Гагарина города Челябинска.

Предмет исследования: основные химико-экологические параметры территории карьеров парка Ю. А. Гагарина города Челябинска.

Теоретическая / практическая значимость. Материалы данной работы могут быть использованы при планировании различных видов деятельности на территории парка им. Ю. А. Гагарина. С учетом химико-экологического анализа может быть рассмотрен вопрос о создании декоративно-ландшафтных и рекреационных зон на исследованных территориях карьеров.

Научная новизна. В работе использован комплексный химико-экологический подход, позволивший оценить характер и уровень загрязнения территории карьеров парка Ю. А. Гагарина города Челябинска, выявляющий направленность рекреационного использования данных территорий.

Апробация. Осуществлено сопровождение проекта обучающегося 10 класса МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска». Тема проекта: «Определение гидрохимического состава воды карьеров парка Ю. А. Гагарина г. Челябинска».

Список опубликованных научных трудов:

1. Ковина, В. А. Химический анализ воды карьеров парка имени Ю. А. Гагарина города Челябинска / В. А. Ковина, А. А. Сутягин // Тобольск научный-2018. Материалы XV Всероссийской (с

международным участием) научно-практической конференции. – Тобольск : ИПЦ «Экспресс», 2018. – С. 159–162.

2. Ковина, В. А. Химический анализ воды карьеров на территории парка имени Ю. А. Гагарина города Челябинска / Виктория Ковина // Экология России и сопредельных территорий. МЭСК-2018. Материалы XXIII Международной экологической студенческой конференции. – Новосибирск : Издательско-полиграфический центр НГУ, – 2018. – С. 16.

3. Ковина, В. А. Определение основных гидрохимических показателей карьеров на территории парка имени Ю. А. Гагарина города Челябинска / В. А. Ковина, А. А. Сутягин // XXII Всероссийская конференция молодых ученых-химиков (с международным участием): тезисы докладов. – Нижний Новгород : изд-во Нижегородского гос. ун-та, 2019. – С. 302.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов, списка использованных источников и приложения.

Работа изложена на 83 страницах, содержит 5 таблиц.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

1.1 Формирование химического состава природных вод

Исходя из определения, данного в «Горной энциклопедии», карьер – это совокупность выемок в земной коре, образованных при добыче полезных ископаемых открытым способом. Многие карьеры после отработки запасов затапливаются, образуя карьерные озера, являющиеся неотъемлемым структурным блоком формирующихся геотехнических систем. Возникающие карьерные озера представляют собой новые гидроресурсы и проходят все стадии развития техногенеза [47].

Образование карьерных озер происходит в результате смешения трещинных напорных вод, атмосферных осадков и поверхностного стока. После достижения стационарного режима в новом водном объекте возникает устойчивая вертикальная зональность, испытывающая сезонные циклы и определенную эволюцию [47]. С момента возникновения озера между его водной массой, породами котловины и прилегающими к нему территориями происходит взаимодействие в виде сложных механических, физико-химических и биологических процессов, приводящее к формированию химического состава воды.

По классификации О. А. Алекина [1], все факторы, определяющие химический состав природных вод, могут быть разделены на две большие группы:

— прямые, которые непосредственно воздействуют на водный объект и обуславливают его гидрохимические параметры (состав горных пород, слагающих озерную котловину, почвы прилегающих водосборных территорий, с которых происходит поверхностный сток, живые организмы, обитающие в водоеме, и хозяйственная деятельность человека);

— косвенные, определяющие условия, в которых действуют прямые факторы (климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические условия и т. д.).

В результате прямых и косвенных факторов первоначально сформированный вид карьерной котловины постепенно начинает претерпевать изменения. При затоплении его бортов развиваются оползневые процессы, которые приводят к сглаживанию уступов и выравниванию поверхности котловины.

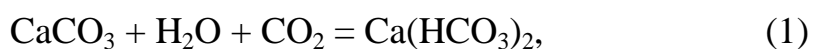
Параллельно с этим протекают процессы выветривания, способствующие переносу минеральных веществ горных пород в водную среду. В зависимости от воздействия, вызывающего разрушающий эффект, различают три типа выветривания: физическое, химическое и биологическое.

Физическое выветривание происходит под влиянием колебаний температуры, неравномерного прогрева пород, механического воздействия ветра и водных потоков, что приводит к их механическому раздроблению агломератов, слагающих карьерную котловину.

Химическое выветривание совершается при воздействии химических веществ окружающей среды (углекислый газ, угольная кислота, оксиды серы, азота и соответствующие им кислоты, вода как растворитель, кислород, соли, основания), при этом происходит растворение химических соединений природных минералов, называемое выщелачиванием. Основными минералами, определяющими состав природных вод, являются галит (NaCl), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), кальцит (CaCO_3), доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Есть растворимые минералы, имеющие узкое локальное распространение, например, мирабилит [29].

Пути выщелачивания и растворения различны. Растворение предполагает полное разрушение кристаллической структуры твердой фазы. Выщелачивание – избирательное растворение и вынос наиболее растворимого компонента породы, без нарушения кристаллической

структуры. Растворение и выщелачивание происходят в том случае, когда химический потенциал компонента в твердой фазе выше, чем потенциал этого компонента в жидкой фазе. Таким образом, движущей силой процессов растворения является разность между концентрацией растворяющегося компонента у поверхности твердой фазы и его концентрацией в массе раствора [20]. Например, при воздействии на карбонатные породы вод с высоким содержанием углекислого газа, в водоем вымываются гидрокарбонаты, образующиеся из карбонатов, согласно уравнению (1):



при этом происходит возрастание величины жесткости воды. Гидрокарбонатно-кальциевые воды образуются при протекании подземных вод через известняки. Сульфатные кальциевые воды образуются при растворении минералов, содержащих гипс. Хлоридные натриевые воды образуются при выщелачивании каменной соли.

Биологическое выветривание происходит под влиянием живых организмов и продуктов их жизнедеятельности. Горные породы на своих поверхностях содержат большое количество микроорганизмов. В процессе выветривания породы на ней сразу же поселяются бактерии и сине-зеленые водоросли, затем лишайники и мхи, которые растворяют и разрушают поверхностный слой породы, и после их отмирания на ней образуются углубления, ямки, борозды, заполненные сухой биомассой отмерших организмов. Таким образом, на поверхности горных пород формируются сообщества микроорганизмов, играющие важную роль в процессах выветривания. Биота, поселившаяся на поверхности горных пород, извлекает из нее необходимые для жизни химические элементы – P, S, K, Ca, Mg, Na, B, Sr, Fe, Si, Al и др., что подтверждается их большим содержанием в золе растений, произрастающих на горных породах. Следовательно, организмы участвуют в разложении минералов. Однако они и возвращают новые химические элементы в геологическую среду.

Тем самым происходит круговорот веществ, обусловленный активностью биоты [21].

Основное влияние на формирование химического состава вод оказывают осадочные (каменная соль, гипс, ангидрит, калийные магнезиальные соли, мирабилит) и метаморфические (глинистые и кристаллические сланцы, роговик, песчаник, гнейсы, кремнесиликатные породы, полевые шпаты) горные породы, но их доля в земной коре составляет около 5 %. Граниты, слагающие котловины большого количества карьеров, относятся к кислым магматическим породам. На 66 % они состоят из оксида кремния (SiO_2), который является одним из наиболее устойчивых минералов, не растворяется и не вносит значительного вклада в формирование гидрохимического статуса водоема [24].

Почвы формируются в результате взаимодействия пород с органическим веществом при определенных климатических условиях. Почвенный покров, тесно соприкасающийся с водой, играет большую роль в процессе формирования её химического состава, в частности, первичного, образующегося после выпадения осадков на почву. При фильтровании воды через почву происходит выщелачивание её растворимых компонентов, приводящее к увеличению содержания ионов и органического вещества и изменению содержания растворенных газов (как правило, содержание кислорода обычно уменьшается, а двуокиси углерода увеличивается, что связано с расходом кислорода на окисление органического вещества, при одновременном выделении двуокиси углерода). Также почвы могут оказывать влияние и на уже сложившийся состав фильтрующейся воды, путем обмена ионами, находящимися в почве в составе почвенно-поглощающего комплекса.

Почвы, отдавая воде содержащиеся в них соли, служат источниками пополнения их в виде продуктов выветривания материнской породы, солей грунтовых вод, остатков отмерших организмов после процесса

минерализации, солей, поступающих в почву с дождевыми водами. В итоге, химический состав воды водоемов, в том числе карьерных вод, может соотноситься с химическим составом окружающих карьеры почв, поэтому так важно при исследовании гидрохимических показателей воды проводить исследование и химического состава прилегающих к водоему почв.

Биологические факторы обуславливают биогенную метаморфизацию природных вод. Растительность оказывает влияние на накопление органического вещества в водоемах, формирование кислородного режима. Процессы фотосинтеза и дыхания обеспечивают баланс в воде углекислого газа, воды и кислорода. Процессы разложения растительных остатков приводят к появлению в воде сероводорода. В итоге деятельность микроорганизмов и гидробионтов приводит к формированию общих окислительно-восстановительных условий водоема: кислородных при оптимальном развитии растительности, глеевых (бескислородных в отсутствие сероводорода) в присутствии окислителей, или сероводородных при интенсивных процессах разложения и накопления органических соединений. Микроорганизмы принимают активное участие в процессах естественной очистки загрязненных природных вод [31].

Одним из основных антропогенных факторов, оказывающих непосредственное влияние на химический состав природных вод, являются сточные воды. Хозяйственно-бытовые, промышленные и сельскохозяйственные сточные воды могут содержать весь перечень природных и созданных человеком химических веществ. Поскольку полностью очистить сточные воды не представляется возможным, то при стоке этих вод (случайном или направленном) почвы, вода и атмосфера дополняются широким спектром химических соединений. Поступление сточных вод приводит также к термическому загрязнению водоемов, к уменьшению концентрации растворенного в воде кислорода, что снижает окислительный потенциал воды.

Интенсивное развитие сельскохозяйственного производства часто способствует резкому изменению химического состава вод (поступление в водоемы нитратов, нитритов, пестицидов, нефтепродуктов, фенолов). Свалки и захоронения твердых и жидких отходов, отвалы шлаков и пепла, хранилища минеральных удобрений, животноводческие комплексы, пыль и стоки автомобильных дорог, аэрозоли городов и т.д. – все это способствует изменению химического состава природных вод.

К косвенным факторам формирования химического состава вод относятся физико-географические условия. Так, от рельефа местности зависит размер поверхностного стока, обеспечивающий внесение химических веществ от прилегающих почв, дренирование подземных вод и перераспределение выпавших на земную поверхность осадков, солевой режим почв и заболоченность местности. Все эти показатели оказывают влияние на гидрохимический состав через миграцию компонентов от почвы в воду.

Климат определяет метеорологические условия, от которых зависит водный режим поверхностных и подземных вод. К основным метеорологическим условиям относятся атмосферные осадки, температура, испарение. Атмосферные осадки являются одним из главных факторов формирования химического состава поверхностных и части подземных вод. С одной стороны, поступление атмосферных осадков приводит к разбавлению растворов и падению концентрации растворенных веществ. С другой стороны, химический состав осадков, например, наличие кислотных оксидов, приводит к изменению химического состава, в частности, к закислению воды.

Испарение – мощный фактор формирования химического состава поверхностных и грунтовых вод, но наиболее сильно он проявляется в зонах пустынь, полупустынь и сухих степей. Температура водоема определяется целым рядом одновременно протекающих процессов: солнечная радиация, испарение, турбулентный обмен с атмосферой,

турбулентное перемешивание водных масс и т.д. С температурой связано протекание большого количества физических, химических и биологических процессов, что во многом определяет формирование химического состава воды. Интенсивное испарение приводит к повышению концентрации веществ, образованию растворов с малой растворяющей способностью, в которых избыточные вещества начинают выпадать в осадок и переходить в донные отложения.

Влияние климата на химический состав воды является решающим фактором, определяющим величину минерализации и ионный состав.

Гидрологический режим (условия питания водоемов и водообмен) также является существенным фактором при формировании химического состава воды. Так наличие стока для водоемов определяет величину минерализации их воды. Бессточные водоемы всегда имеют повышенную минерализацию воды. Большое значение для характера химического состава воды водоема имеет и его размер.

Таким образом, в каждой конкретной системе может преобладать тот или иной фактор, а при их сочетании происходят сложные физико-химические процессы, результатом которых является формирование гидрохимической среды водоема.

1.2 Основные гидрохимические показатели природных вод

Основным средством для проведения оценки химико-экологического состояния водоема являются показатели качества воды. К обязательным параметрам, определяемым при проведении экологической оценки, относятся: водородный показатель, общая жесткость, содержание растворенного в воде кислорода, перманганатная окисляемость воды, количественное содержание растворимых соединений азота и фосфора.

Водородный показатель (рН) выражает степень кислотности или щелочности воды, количественно характеризуется концентрацией

водородных или гидроксильных ионов. Математически он выражается как отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода, выраженной в моль на литр: $pH = -\lg[H^+]$.

Шкала измерений pH имеет диапазон от 0 до 14. В нейтральных растворах $pH = 7$, в кислых – $pH < 7$, в щелочных – $pH > 7$.

Определение величины водородного показателя необходимо для выбора режима обработки воды, определения её коррозионного действия. Сохранение величины pH близкой к нейтральному значению необходимо для нормального протекания химических процессов и использования воды в быту и промышленности [11].

От изменения водородного показателя существенно зависит растворимость различных соединений. Так, осаждение из растворов гидроксидов металлов зависит, главным образом, от соотношения двух параметров: величины pH и концентрации ионов металлов в растворе. В кислой среде возрастает миграционная способность большинства металлов из-за высокой растворимости. В щелочной среде образуются нерастворимые в воде гидроксиды, оседающие в донные отложения или находящиеся в воде в виде взвесей.

Жесткость воды обусловлена присутствием в ней ионов двухвалентных щелочноземельных металлов, в частности, ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . В природных условиях эти элементы попадают в воду вследствие воздействия углекислого газа на карбонатные минералы, а также в результате биохимических процессов, происходящих в почве. Ионы Ca^{2+} характерны для мало- и среднеминерализованных вод. При повышении солесодержания до 1 г/л увеличивается концентрация ионов Mg^{2+} . В минерализованных водах они становятся преобладающими, что связано с лучшей растворимостью в воде солей магния.

По величине общей жесткости природную воду делят на шесть классов: очень мягкая – до 1,5 ммоль/л; мягкая – 1,5-3,0 ммоль/л; средней

жесткости – 3,0-4,5 ммоль/л; довольно жесткая – 4,5-6,0 ммоль/л; жесткая – 6-10 ммоль/л; очень жесткая – более 10 ммоль/л [11].

Для водоемов питьевого водопользования допускается использование мягкой воды и воды средней жесткости, так как наличие солей кальция и магния в определенных пределах неопасно для здоровья и не ухудшает вкусовых качеств воды. Использование жесткой воды в хозяйственных целях приводит к образованию накипи на стенках варочной посуды, увеличивается расход мыла при стирке.

Растворенный в воде молекулярный кислород участвует в формировании химического состава природных вод, так как связан с протеканием процессов жизнедеятельности в водоемах. Кислород является потенциал задающим компонентом, определяющим окислительную обстановку среды, и, как сильный окислитель, играет важную роль, способствуя минерализации органических веществ. Обогащение воды кислородом происходит из атмосферы и благодаря выделению кислорода водной растительностью в процессе фотосинтеза и протекает только в том случае, если вода не насыщена им. Убыль кислорода связана с потреблением его на окисление органических веществ: дыхание организмов, брожение, гниение органических остатков. Эти процессы происходят в водоеме непрерывно, усиливаясь с повышением температуры. Кислород постоянно присутствует в природных водах. Его режим в значительной степени определяет химико-биологическое состояние водоема.

Величиной, характеризующей содержание в воде растворенного кислорода, является окислительно-восстановительный потенциал E_h . Это показатель окислительной или восстановительной среды водного раствора. Окислительно-восстановительный потенциал характеризует степень активности электронов в окислительно-восстановительных реакциях. При положительном значении E_h в системе преобладает окислительная среда, а при отрицательном – восстановительная.

По окислительно-восстановительным условиям воды делят на несколько классов [15]:

1. Кислородные воды. Характеризуются присутствием свободного кислорода, поступающего из воздуха или за счёт фотосинтеза водных растений. Eh выше плюс 0,15 В, часто выше 0,4 В. Железо обычно в трёхвалентной форме. Воды с высокой окислительной способностью, в них действуют аэробные бактерии, окисляющие органические вещества.

2. Глеевые воды. Восстановительные без сероводорода. Формируются там, где мало свободного кислорода и много органических остатков. Органические вещества окисляются анаэробными бактериями за счёт кислорода неорганических соединений. Fe, Mn – двухвалентны, имеют высокую подвижность. Eh всегда ниже 0,4 В, часто ниже 0.

3. Сероводородные воды. Содержат H_2S , HS^- . Возникают в бескислородных условиях при высоких содержаниях SO_4^{2-} , где анаэробные бактерии окисляют органические вещества за счёт восстановления сульфатов. Характерны для солончаков, илов солёных озёр, глубоких подземных вод в некоторых районах, для побережий, подпитываемых морскими водами (мангры). Условия для осаждения металлов. Fe и многие другие металлы не мигрируют, так как образуют труднорастворимые сульфиды. Eh обычно ниже 0, до минус 0,5 В.

Содержание растворенного кислорода влияет на характер миграции многих химических элементов. Например, активная миграция Fe^{2+} наблюдается в условиях низкого Eh. Воды с высоким Eh неблагоприятны для миграции, так как в этих условиях железо находится в трёхвалентной форме, образуя труднорастворимые соединения.

Содержание растворенного кислорода выступает показателем чистоты водоема. Снижение концентрации растворенного кислорода может указывать на загрязнение водоема органическими соединениями. В придонных слоях кислорода меньше, т.к. он потребляется в процессе

окисления донных отложений. Воды по данному признаку делятся на классы, представленные в таблице 1 [34].

Таблица 1 – Классы чистоты вод в зависимости от содержания растворенного кислорода

Уровень загрязненности и класс качества	Содержание растворенного кислорода, мг/л	
	лето	зима
I – очень чистые	9	13-14
II – чистые	8	11-12
III – умеренно загрязненные	6-7	9-10
IV – загрязненные	4-5	4-5
V – грязные	2-3	1-4
VI – очень грязные	0	0

В природной воде водоемов всегда присутствуют органические вещества. Количество кислорода, эквивалентное расходу окислителя, затраченному на разрушение органических и неорганических восстановителей, характеризует величину окисляемости воды. Природными источниками органических веществ являются разрушающиеся останки организмов растительного и животного происхождения, как живших в воде, так и попавших в водоем с листвы, по воздуху, с берегов и т.п. Техногенными источниками органических веществ являются транспортные предприятия (нефтепродукты), целлюлозно-бумажные и лесоперерабатывающие комбинаты (лигнины), мясокомбинаты (белковые соединения), сельскохозяйственные и фекальные стоки и т.д. Органические загрязнения попадают в водоем разными путями, главным образом со сточными водами и дождевыми поверхностными смывами с почвы.

В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокиси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. В водоемах с большим содержанием

органических веществ большая часть кислорода потребляется на биохимическое окисление, лишая, таким образом, кислорода другие организмы.

Соединения азота (аммиак, нитриты, нитраты) поступают в водоем, главным образом, при разложении белкового субстрата, попадающего в воду вместе со сточными водами, а также при естественных процессах разложения биологического вещества.

Катионы аммония являются продуктом микробиологического разложения белков животного и растительного происхождения. Образовавшийся таким образом аммоний вновь вовлекается в процесс синтеза белков, участвуя тем самым в биологическом круговороте веществ (цикле азота). По этой причине аммоний и его соединения в небольших концентрациях обычно присутствуют в природных водах.

Существуют два основных источника загрязнения окружающей среды аммонийными соединениями. Они в больших количествах входят в состав минеральных и органических удобрений, избыточное и нерациональное применение которых приводит к соответствующему загрязнению водоемов. Кроме того, аммонийные соединения в значительных количествах присутствуют в нечистотах (фекалиях). Не утилизированные должным образом канализационные сточные воды могут проникать в грунтовые воды или смываться поверхностными стоками в водоемы.

Нитратобразующие бактерии превращают нитриты в нитраты в аэробных условиях. Под влиянием солнечного излучения атмосферный азот превращается также преимущественно в нитраты посредством образования оксидов азота. Многие минеральные удобрения содержат нитраты, которые при избыточном или нерациональном внесении в почву приводят к загрязнению водоемов.

Повышенное содержание нитратов в воде может служить индикатором загрязнения водоема в результате распространения

фекальных либо химических загрязнений (сельскохозяйственных, промышленных). Богатые нитратными водами сточные каналы ухудшают качество воды в водоеме, стимулируя массовое развитие водной растительности (в первую очередь – сине-зеленых водорослей) и ускоряя эвтрофикацию водоемов.

Нитрифицирующие бактерии превращают аммонийные соединения в нитриты в аэробных условиях. Некоторые виды бактерий в процессе своей жизнедеятельности также могут восстанавливать нитраты до нитритов, однако это происходит уже в анаэробных условиях. Нитриты часто используются в промышленности как ингибиторы коррозии, в пищевой промышленности как консерванты.

Благодаря способности превращаться в нитраты, нитриты, как правило, отсутствуют в поверхностных водах. Поэтому наличие в анализируемой воде повышенного содержания нитритов свидетельствует о загрязнении воды, причем с учетом частично прошедшей трансформации азотистых соединений из одних форм в другие.

В природных и сточных водах фосфор может присутствовать в разных формах. В растворенном состоянии (иногда говорят – в жидкой фазе анализируемой воды) он может находиться в виде ортофосфорной кислоты (H_3PO_4) и ее анионов (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}), в виде мета-, пиро- и полифосфатов (эти вещества используют для предупреждения образования накипи, они входят также в состав моющих средств). Кроме того, существуют разнообразные фосфорорганические соединения – нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды, фосфолипиды и др., которые также могут присутствовать в воде, являясь продуктами жизнедеятельности или разложения организмов. К фосфорорганическим соединениям относятся также некоторые пестициды.

Фосфор может содержаться в нерастворенном состоянии в виде взвешенных в воде труднорастворимых фосфатов, включая природные минералы, белковые, органические фосфорсодержащие соединения,

остатки умерших организмов и др. Фосфор в твердой фазе в природных водоемах обычно находится в донных отложениях, однако может встречаться в больших количествах в сточных и загрязненных природных водах.

Фосфор является необходимым элементом для жизни, однако его избыток приводит к ускоренной эвтрофикации водоемов. Большие количества фосфора могут попадать в водоемы в результате естественных и антропогенных процессов – поверхностной эрозии почв, неправильного или избыточного применения минеральных удобрений и др. [8]

Поступление и накопление в гидросфере соединений фосфора и азота – важнейших биогенных элементов, приводит к повышению степени эвтрофности водоемов и ухудшению их качества. По степени эвтрофности водоемы делят на следующие группы [49]:

1) дистрофные – характеризуются превышением скорости деструкции органического вещества над скоростью фотосинтеза, с плохо развитой растительностью и высоким содержанием гумусовых кислот;

2) олиготрофные – сбалансированные скорости продукционно-деструкционных процессов;

3) мезотрофные – с оптимальным состоянием в теплый период года;

4) эвтрофные – наблюдается цветение водорослей и накопление органических веществ, так как скорость продукции превышает скорость деструкции; с высоким содержанием биогенов;

5) гипертрофные – с катастрофически высоким поступлением биогенов.

Первая и вторая стадии благоприятны для экосистем; третья – допустима; четвертая – опасна; пятая – губительна. На четвертой стадии происходит изменение микробных ценозов, при этом меняются биологические, физико-химические и органолептические показатели воды.

1.3 Влияние почвенного покрова на формирование гидрохимического режима природных вод

Почвы – сложное образование, сформировавшееся в результате взаимодействия горных пород с органическим веществом (растения, их останки, микроорганизмы, останки животных и т.д.) при определенных климатических условиях.

Почвенный покров, соприкасающийся с водой, участвует в формировании её химического состава, особенно первичного, который образуется после выпадения атмосферных осадков на почву.

Вода, фильтруясь через почву, выщелачивает её растворимые части, изменяя свой состав в сторону увеличения содержания ионов и органического вещества и изменения содержания растворенных газов.

Интенсивность почвенного влияния на химический состав вод определяется типом почв. Например, при просачивании через торфянисто-тундровые, болотные или подзолистые почвы, обедненные солями, воды в большей степени обогащаются органическим веществом. При фильтрации воды через черноземы и каштановые почвы, а еще больше – через солончаки, водная среда обогащается минеральными солями [14].

После фильтрации воды через почву содержание растворенных газов в ней изменяется: содержание кислорода уменьшается, а содержание двуокиси углерода, наоборот, увеличивается. Данное явление связано с затратой кислорода на окисление органического вещества почвы, при одновременном выделении двуокиси углерода.

Также почвы могут оказывать влияние на уже сложившийся состав фильтрующейся воды путем обмена ионами, находящимися в почве в поглощенном состоянии.

Значительная часть почвы представлена коллоидными частицами, обладающими большой поверхностью и способностью адсорбировать заряженные ионы. Коллоидный состав образуется преимущественно из

SiO_2 , Al_2O_3 и других отрицательно заряженных мицелл, поэтому они поглощают в основном катионы. Состав и количество поглощенных почвой катионов характеризует её свойства, и каждому типу почв свойственен определенный «поглощающий комплекс». Почвенно-поглощающий комплекс почв средних широт (черноземы), включает преимущественно катионы кальция и магния. Почвы северных широт сильно выщелочены и включают в структуру ППК Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , а также ионы водорода [1].

Почвенные воды, питающие воды водоемов, как уже было сказано, содержат много взвешенного оксида кремния. В их составе присутствуют растворенные минеральные соли – преимущественно хлориды, сульфаты, карбонаты и гидрокарбонаты кальция, магния и натрия, поступающие в раствор при растворении минералов. Основные минералы, из которых происходит растворение солей, определяющих состав природных вод: галит NaCl , гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, кальцит CaCO_3 , доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. При пропускании через почвы, богатые известняками, происходит обогащение вод гидрокарбонатами, сульфатами обогащают воды загипсованные почвы, хлоридами (особенно щелочных металлов) – засоленные.

Граниты, состоящие из кремнезема, кварца и ортоклазов, вносят в воды коллоидный кремний $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и гидрокарбонат кальция. Базальты – источники в воде кремния, меди, кальция и железа (II). Осадочные породы насыщают воду натрием, магнием, кальцием в виде сульфатов и гидрокарбонатов.

Водорегулирующая способность почв также зависит от характера произрастающей на ней растительности. Структура стока в лесу и на поле различается очень сильно. В лесу поверхностный сток мал. Это связано, прежде всего, с тем, что инфильтрация влаги в лесных почвах благодаря их благоприятным физическим свойствам выше, чем на полях. Поэтому снеговые и дождевые воды хорошо усваиваются почвой в лесу.

Почвы обогащают воду ионами, газами, органическими веществами, особенно гуминовыми и фульвокислотами, образующимися при разложении растительных и животных остатков и в процессе гумификации. Аккумулируя различные загрязнители, попадающие из атмосферы, почва выступает в качестве их накопителя и может выступать в качестве вторичного источника химических элементов в гидросфере. В итоге, химический состав воды водоемов, в том числе карьерных вод, может соотноситься с химическим составом окружающих карьеры почв.

Почвенный покров является одним из ведущих факторов формирования химического состава вод, особенно в районах с местным водным питанием. Для пополнения запасов грунтовых вод имеет существенное значение проницаемость почв, а для их химического состава – наличие водорастворимых солей в почве. По выражению В. И. Вернадского, почвенные растворы «определяют характер всех поверхностных вод биосферы» [13].

Доступность химических элементов почвы для водной среды во многом определяется химическим состоянием почв. Большую роль играет концентрационный фактор: элементы, накапливающиеся в почвах в высоких содержаниях, с большей вероятностью могут вымываться из почвы, либо поступать в водоемы в результате механического выветривания.

При оценке способности вымывания элементов, т.е. их доступности для водной массы, необходимо учитывать формы нахождения элементов в почве. Так, оксиды и гидроксиды металлов (преобладающие формы для тяжелых металлов в почвах) обладают ограниченной растворимостью и могут поступать в водную массу только путем механического переноса. Щелочные металлы находятся в почве в виде растворимых солей и могут легко вымываться из почвы, пополняя ионный состав водоемов.

Большое значение играет географическое распределение химических компонентов в почве. Наиболее легко происходит вынос вещества в

водную массу с поверхностных почвенных горизонтов, обогащенных органическим веществом. Особенно интенсивно этот процесс происходит в осенний период, сопровождающийся обильными осадками и вымыванием из поверхностных горизонтов органического вещества и связанных с ним химических компонентов, например, металлов. Интенсивно может протекать вымывание и из нижних почвенных горизонтов, особенно, в случае близкого залегания грунтовых вод.

Важнейшими характеристиками миграции являются водородный показатель (рН) почв и окислительно-восстановительный потенциал (Eh). В кислых почвах существенно возрастает миграционная способность вещества, что может привести к его интенсивному вымыванию в водоемы. Щелочная среда, наоборот, способствует фиксации элементов и снижению степени вымывания. Низкие значения окислительно-восстановительного потенциала приводят к снижению миграционной активности элементов, в то время как при высоких значениях миграция интенсифицируется, и возможно вымывание в водную среду.

1.4 Влияние основных гидрохимических показателей на живые организмы

Для всех водных объектов, используемых населением, установлены гигиенические нормативы для всех химических элементов.

Согласно гигиеническим нормативам 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [10] и приказу Министерства сельского хозяйства Российской от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных

объектов рыбохозяйственного значения» [36], ПДК для исследуемых гидрохимических показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – ПДК химических веществ для вод разного назначения

Определяемый показатель	Норма ПДК		
	для вод хозяйственно-питьевого назначения	для вод культурно-бытового назначения	для вод рыбохозяйственного назначения
Водородный показатель, ед. рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Жесткость общая, ммоль/л	7(10)	7(10)	7(10)
Растворенный кислород, мг/л	не менее 6	не менее 6	не менее 6
Окисляемость перманганатная, мгО/л	3,0	6,0	6,0
Азот аммонийный, мгNH ₄ ⁺ /л	1,0	2,0	0,5
Нитраты, мгN/л	1	10	9
Нитриты, мгNO ₂ ⁻ /л	3,0	3,3	0,08
Фосфаты, мгPO ₄ ³⁻ /л	3,5	3,5	0,04-0,2

Любые отклонения от значений ПДК оказывают влияние на жизнедеятельность живых организмов.

Оптимальной реакцией среды для нормального протекания жизненных процессов у большинства водных организмов является нейтральная или слабощелочная. В кислой среде минерализация органических остатков ослабевает и снижается фотосинтетическая деятельность организмов, в результате при достаточном обеспечении органическими веществами водоем становится малопродуктивным.

Роль водородного показателя для живых организмов определяется главным образом его влиянием на активность ферментов и состояние других белковых молекул. Также избыток или недостаток ионов может существенно влиять на протекание также различных неферментативных реакций. Поэтому водородный показатель имеет важное общебиологическое значение. От величины кислотности воды зависит

также растворимость многих химических веществ, оказывающих влияние на живые организмы. Например, взаимопревращения ионов аммония и аммиака, выделяемых водными животными или образующихся при разложении органических веществ. Аммиак в растворе превращается в аммоний, присоединив к себе ион водорода, аммоний превращается в аммиак, отдав ион водорода. Чем больше в воде свободных ионов водорода, тем больше в ней будет аммония и меньше аммиака, и наоборот. Токсичность аммония намного ниже, чем у аммиака. Следовательно, при высоком рН проблема аммиачного отравления существенно выше, чем при низких рН. Так, в сильнокислой воде с рН 3,0-3,5 рыбы вообще не выживают, а могут существовать только некоторые растения и беспозвоночные. рН более 10,5 также смертелен для всех видов рыб. Наилучшим образом рыбы выживают при значениях водородного показателя в пределах 5,0-9,0.

Жесткость имеет определенное санитарно-гигиеническое значение, создавая щелочную среду и предотвращая закисание воды. Наряду с этим жесткость воды оказывает опосредованное влияние на рыб и других гидробионтов путем снижения токсического действия многих солей щелочных, щелочноземельных и тяжелых металлов.

Растворенный в воде кислород потребляют аэробные микроорганизмы. Если это потребление превышает пополнение свежим кислородом, поглощаемым водой на поверхности водоема, наступает недостаток кислорода в воде, что приводит к серьезным последствиям для обитающих в воде живых организмов. При резком уменьшении концентрации кислорода в воде может наступить общая гибель рыб и постепенное отмирание низших аэробных организмов. При остром недостатке кислорода в водоеме поселяются анаэробные микроорганизмы и водоем загнивает.

Присутствие аммония в концентрациях порядка 1 мг/л снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Механизм

токсического действия – возбуждение центральной нервной системы, поражение жаберного эпителия, гемолиз (разрыв) эритроцитов. Токсичность аммония возрастает с повышением pH среды.

Накопление больших количеств нитратов в организме способствует развитию метгемоглобинемии. Нитраты вступают в реакцию с гемоглобином крови и образуют метгемоглобин, которые не переносят кислород и, таким образом, вызывает кислородное голодание тканей и органов. Основная опасность нитратов – в их способности накапливаться в организме и окисляться там до нитритов и нитрозаминов, которые значительно более токсичны и способны вызывать так называемое вторичное и третичное нитратное отравление.

При повышении содержания фосфатов в воде микроорганизмы получают больше питательных веществ и начинают активнее размножаться. Такие процессы называются эвтрофикацией. Вследствие эвтрофикации, снижается содержание кислорода, приводящее к гибели рыбы.

Выводы по первой главе

1. Формирование гидрохимического режима карьерных озер представляет собой совокупность механических, физико-химических и биологических процессов. К факторам, определяющим химический состав природных вод, относятся прямые, непосредственно воздействующие на водный объект и обуславливающие его гидрохимические параметры, и косвенные, определяющие условия, в которых действуют прямые факторы.

2. Основным средством для проведения оценки химико-экологического состояния водоема являются такие показатели качества воды, как водородный показатель, общая жесткость, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, соединения азота и фосфора.

3. Химический состав почв, прилегающих к карьерам, а также протекающие в почвах физико-химические процессы, могут участвовать в формировании химического состава карьерных вод.

ГЛАВА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ КАРЬЕРОВ ПАРКА ИМЕНИ Ю.А.ГАГАРИНА

2.1 Описание исследуемых территорий

Центральный парк культуры и отдыха имени Гагарина создан в 1934 году в северо-восточной части Челябинского городского бора. На территории парка расположен ряд водоемов – карьерных озер, котловина которых имеет гранитное обрамление. Система карьеров представляет собой провалы в гранитной системе, заполненные водой.

Одним из наиболее крупных карьеров на территории парка является Голубой (Уфимский) карьер. Его площадь составляет 80 тыс. м². Котловина карьера и его дно выложены преимущественно желтовато-серыми и розовато-серыми гранитами, состоящими из полевого шпата, кварца, биотита.

Почвенный покров прикарьерных территорий образован дерново-подзолистыми, супесчаными и песчаными типами почв. Растительность бора типична для сухих боров. Особенности растительного покрова бора на гранитах обуславливаются некоторой сухостью почвенного покрова, недостаточностью и малой мощностью гумуса, выходом материнских пород на поверхность. Всё это способствует развитию ксерофитных (засухоустойчивых) видов растений, например, полынь, паслён, яснотка, сибирский василёк, герань луговая, мышиный горошек, земляника, костяника, брусника, очиток пурпурный, ветреница, мать-и-мачеха, лютик, гипновые мхи, лишайники. Только на заболоченных участках и в понижениях можно встретить болотные, влаголюбивые виды, например, рогоз, камыш, тростник, разные виды осок, пушицу, остролист, чину болотную и другие. Состав древесных пород и количественное их соотношение в бору следующее: сосна занимает 91,4 % и является

господствующей породой, берёза – 5,2 %, тополь – 1,6 %, клён – 1,5 %, ольха – 0,2 %, карагач – 0,1 % [43].

Более 100 лет назад Голубой карьер был местом добычи гранита, рядом с ним организован посёлок Уфимский как поселение работников карьера. После выработки месторождения карьер был заброшен, и превратился в искусственный водоем, развивающийся без активного антропогенного воздействия. В настоящее время – это место активного отдыха населения, а также спортивная площадка для занятий альпинизмом.

Другие карьеры парка характеризуются малыми размерами. Они также были организованы, как источники добычи гранита, но в настоящий момент потеряли свое производственное значение, на их территории созданы кафе, пункты проката катамаранов, либо карьеры выступают как места несанкционированного «дикого» отдыха.

2.2 Материалы и методы исследований

Для исследования были отобраны три карьера, расположенных на территории парка: точка 1 – Голубой карьер; точка 2 – карьер вокруг Свадебного острова; точка 3 – карьер около ресторана «Шафран».

Отбор проб воды для анализа проводился на карьерах в осенний период (сентябрь – октябрь) в 2017 и в качестве контроля для показателей, превышающих нормы ПДК, в 2019 году. Вода отбиралась на участках с отсутствием мусора и посторонних предметов как в воде, так и на берегу. Отбор проводился в промытую пластиковую тару с глубины 25-30 см (приповерхностные воды), пробы доставлялись в аудиторию кафедры химии, экологии и МОХ ЮУрГГПУ, где проводился лабораторный анализ гидрохимических показателей.

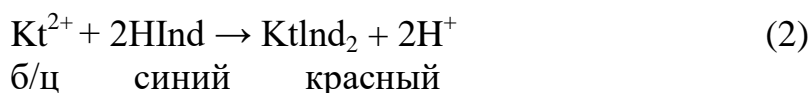
Так как химический состав воды водоемов, в том числе карьерных, может формироваться за счет выноса компонентов из состава окружающих карьеры почв, то были отобраны пробы почв с прикарьерных территорий.

Пробы почв с прикарьерных территорий Голубого карьера (пробы №1 и №2), карьера вокруг Свадебного острова (пробы №3 и №4) и карьера около ресторана «Шафран» (пробы №5 и №6) отбирались на глубине до 25 см, собиралась объединенная проба из разных почвенных горизонтов. Отбор проводился по методу конверта с последующим составлением объединенной пробы. Отобранные образцы доставлялись в аудиторию ЮУрГГПУ, где они высушивались сухо-воздушным путем для предотвращения протекания биохимических процессов, перетирались и просеивались для создания степени дисперсности, наиболее оптимальной для экстракции определяемых компонентов.

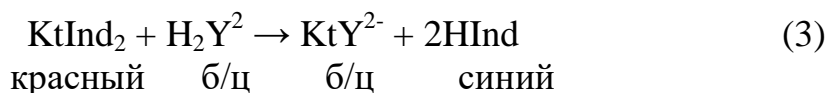
Определение водородного показателя проводили потенциометрическим методом, основанным на измерении электродвижущей силы гальванического элемента с двумя электродами, погруженными в анализируемый раствор. В качестве измерительного электрода использовался стеклянный, в качестве электрода сравнения – хлорсеребряный [40]. ЭДС измерялась как разность потенциалов двух электродов. Так как показатель pH очень быстро изменяется во времени, и возможно существенное отклонение условий измерения от естественной среды, его измерение проводилось сразу после доставки проб в лабораторию.

Определение содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в почве и величины жесткости воды (приложение 1) проводили методом комплексометрического титрования, основанного на взаимодействии динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б, комплексон III) в присутствии индикатора эриохрома черного Т с катионами двухвалентных металлов с образованием устойчивых комплексных соединений при различных значениях pH. На первой стадии,

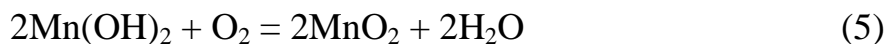
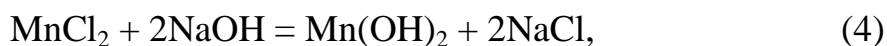
согласно схеме реакции (2), происходит взаимодействие индикатора с катионами, сопровождаемое изменением окраски раствора:



При титровании полученного раствора трилоном Б происходит образование более устойчивого комплекса катиона с комплексоном и восстановление окраски индикатора по схеме реакции (3):



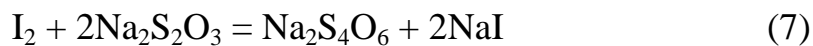
Определение содержания растворенного кислорода в воде проводили методом йодометрического титрования по Винклеру (приложение 2). Метод основан на способности марганца (II) окисляться в щелочной среде до марганца (IV), согласно уравнению (4), количественно связывая при этом кислород, согласно уравнению (5):



В кислой среде марганец (IV) вновь переходит в марганец (II), окисляя при этом эквивалентное связанному кислороду количество иодид-иона, согласно уравнению (6):

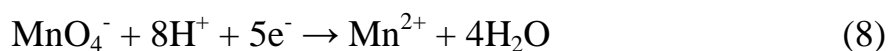


Выделившийся йод количественно определяется титрованием тиосульфатом натрия в присутствии индикатора крахмала по исчезновению синей окраски, согласно уравнению (7):



Величину перманганатной окисляемости воды определяли обратным окислительно-восстановительным титрованием по методу Кубеля (приложение 3). Метод основан на окислении веществ, присутствующих в пробе воды, перманганатом калия в сернокислой среде при кипячении. Перманганат-ион в сильноокислых средах окисляет присутствующие в воде

восстановители, восстанавливаясь до двухвалентного марганца, согласно схеме реакции (8):



Избыток перманганата восстанавливается щавелевой кислотой, согласно схеме реакции (9):

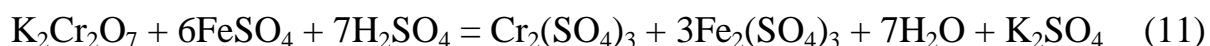
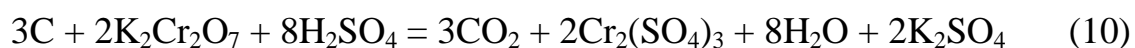


Количество не вступившей в реакцию щавелевой кислоты определяется обратным титрованием перманганатом калия.

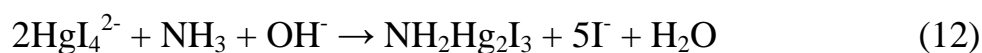
Значения содержания растворенного кислорода и перманганатной окисляемости воды, также как и значение pH, являются быстро изменяемыми показателями. Поэтому фиксация растворенного кислорода проводилась непосредственно на местности в кислородных склянках добавлением раствора хлорида марганца и щелочного раствора йодида калия, пробы хранились в холодильнике, а определение проводилось не позднее двух суток после отбора проб.

Содержание органического углерода в почве определяли по методу Тюрина И. В. (приложение 4), основанном на окислении углерода гумусовых веществ до CO_2 дихроматом калия в кислой среде. Остаток дихромата, не пошедший на окисление углерода, титровали солью Мора. По количеству хромовой смеси, израсходованной на окисление органического углерода, судят о его количестве.

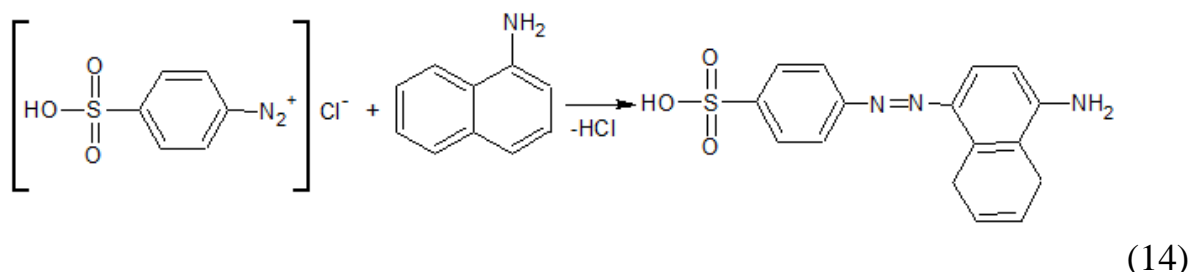
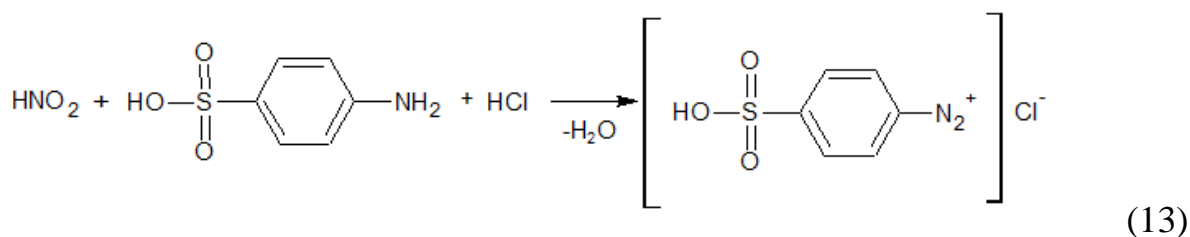
Реакции окисления протекают по следующим уравнениям (10) и (11):



Определение содержания аммиака и ионов аммония в воде (приложение 5) и в почве (приложение 6) проводили фотометрическим методом с реактивом Несслера. Метод основан на способности свободного аммиака и ионов аммония вступать во взаимодействие с йодидом ртути (II) в щелочной среде с образованием окрашенного в желтый цвет йодида меркураммония, по уравнению (12):

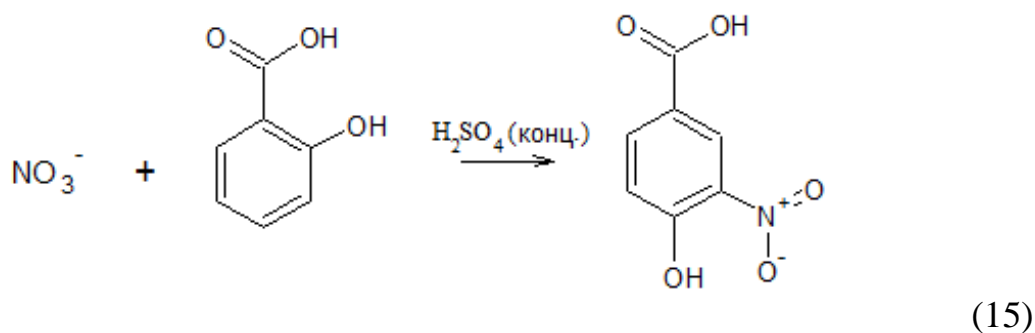


Определение нитритов в воде и в почве (приложение 7) проводили фотометрическим методом с реактивом Грисса. Метод основан на диазотировании сульфаниловой кислоты нитритами с последующей реакцией азосочетания с α -нафтиламином с образованием красно-фиолетового азокрасителя, по уравнениям (13) и (14):

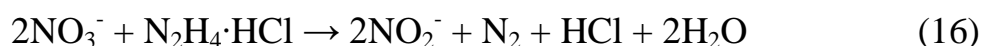


Интенсивность окраски пропорциональна концентрации нитритов. Реакция протекает при pH 1,7-3.

Содержание нитратов в воде определяли фотометрическим методом с использованием салициловокислого натрия (приложение 8). В среде концентрированной серной кислоты происходит образование салициловой кислоты, при взаимодействии с которой нитрат-ионы образуют смесь 3-нитросалициловой и 5-нитросалициловой кислот, соли которых имеют желтую окраску, по уравнению (15):



Определение нитратов в почве проводили фотометрическим методом с гидразином (приложение 9). Сущность метода заключается в извлечении нитратов из почвы в виде солевой нейтральной вытяжки раствором хлористого калия, в последующем восстановлении нитратов до нитритов гидразином в присутствии меди в качестве катализатора, согласно схеме реакции (16):



Дальнейшее определение нитритов проводится фотометрически с реактивом Грисса.

Определение содержания фосфора в виде ортофосфатов в воде (приложение 10) и в почве (приложение 11) проводили фотометрическим методом, основанным на образовании комплексной фосфорномолибденовой кислоты, окрашенной в интенсивно синий цвет (молибденовая синь), согласно схеме реакции (17):



ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ И ПОЧВ ПРИКАРЬЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

3.1 Определение химико-экологических показателей воды карьеров парка Гагарина

Результаты выполненного лабораторного анализа проб воды и их сравнение с нормативными показателями для вод культурно-бытового водопользования приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты химического анализа воды карьеров парка Ю. А. Гагарина

Определяемый показатель	Проба воды					
	Голубой карьер		Карьер вокруг Свадебного острова		Карьер около ресторана "Шафран"	
	2017 г.	2019 г.	2017 г.	2019 г.	2017 г.	2019 г.
Водородный показатель, ед. рН	7,20± 0,26	н/о	6,30± 0,14	н/о	6,90± 0,14	н/о
Нормы ПДК	6,5-8,5					
Жесткость общая, ммоль/л	1,65± 0,03	н/о	1,72± 0,08	н/о	1,83± 0,06	н/о
Нормы ПДК	7 (10)					
Растворенный кислород, мг/л	9,20± 0,25	н/о	7,84± 0,05	н/о	9,68± 0,04	н/о
Нормы ПДК	не менее 6					
Окисляемость перманганатная, мгО/л	2,92± 0,04	1,28± 0,08	9,00± 0,15	4,96± 0,03	8,60± 0,11	4,48± 0,06
Нормы ПДК	6,0					
Азот аммонийный, мгNH ₄ ⁺ /л	0,07± 0,08	0,20± 0,03	0,89± 0,06	0,36± 0,05	0,27± 0,07	0,04± 0,03
Нормы ПДК	2,0					
Нитраты, мгN/л	0,01± 0,06	0,02± 0,08	0,05± 0,02	0,01± 0,04	0,09± 0,06	0,01± 0,02
Нормы ПДК	10					
Нитриты, мгNO ₂ ⁻ /л	0,003± 0,005	0,050± 0,005	0,008± 0,006	0,007± 0,006	0,020± 0,009	0,001± 0,009
Нормы ПДК	3,3					
Фосфаты, мгPO ₄ ³⁻ /л	0,009± 0,002	0,004± 0,002	0,341± 0,05	0,026± 0,05	0,011± 0,008	0,030± 0,008
Нормы ПДК	3,5					

Анализ представленных результатов позволяет сделать выводы о соответствии определенных гидрохимических показателей культурно-бытовому назначению водопользования на современном этапе развития исследуемых карьеров. Согласно данным 2017 года, воды проанализированных проб демонстрируют отношение воды карьеров по кислотнo-основному характеру к нейтральным водам, соответствующим требованиям к водам культурно-бытового назначения.

Воды мягкие, что свидетельствует о низком содержании в растворе катионов двухвалентных металлов, обуславливающих жесткость. Данный факт может быть обусловлен гранитной структурой котловины карьеров, которая не только практически не участвует в формировании гидрохимического состава, но и ухудшает обмен веществом между водой карьеров и почвами прикарьерных территорий.

По содержанию растворенного кислорода исследуемые воды относятся к группе чистых и очень чистых. Высокое содержание кислорода может быть обусловлено достаточной фотосинтетической активностью и малым поступлением через гранитный барьер загрязняющих веществ извне. Этот факт косвенно подтверждается и преобладанием среди соединений азота аммонийной формы. Так как отбор проб проводился в начале осени, отмирающая растительность, вероятно, еще находилась на первых стадиях разложения, и затраты кислорода на окисление до нитритов и нитратов были еще незначительными.

Несмотря на высокие значения содержания растворенного кислорода, для вод карьеров вокруг Свадебного острова и ресторана «Шафран» наблюдается превышение в 1,5 раза величины перманганатной окисляемости для вод культурно-бытового назначения, что может свидетельствовать о протекающих процессах разложения и накопления легкоокисляемого органического вещества. Такое превышение может быть связано с малыми размерами карьеров, при которых выделение органического вещества приводит к значительному повышению его

концентрации. Водам Голубого карьера, имеющего значительно большие размеры, соответствуют значительно меньшие значения величины перманганатной окисляемости. Изменение этого значения для разных карьеров также соотносится с содержанием аммонийной формы азота: для Голубого карьера с наименьшим значением перманганатной окисляемости характерно наименьшее содержание аммиака и ионов аммония, в то время как для карьера вокруг Свадебного острова с наибольшей величиной перманганатной окисляемости, характерны наибольшие концентрации данной формы азота.

Исследуемые воды карьеров характеризуются нормальным содержанием биогенных элементов (азота и фосфора), не превышающим количеств, допустимых нормативами ПДК.

В целом же, по определяемым показателям в 2017 году воды исследуемых карьеров соответствуют нормативам качества для вод культурно-бытового назначения водопользования.

Согласно данным 2019 года, для вод карьеров вокруг Свадебного острова и ресторана «Шафран» не наблюдается превышения величины перманганатной окисляемости для водных объектов культурно-бытового водопользования. Водам Голубого карьера, имеющего значительно большие размеры, соответствуют значительно меньшие значения величины перманганатной окисляемости, несмотря на достаточно высокие, относительно других карьеров, значения содержания различных форм азота.

В целом, содержание биогенных элементов (азота и фосфора) в воде карьеров не превышает количеств, допустимых нормативами ПДК.

По определяемым показателям в 2019 году воды исследуемых карьеров соответствуют нормативам качества для вод культурно-бытового назначения.

3.2 Определение химико-экологических показателей почв

территорий карьеров парка Гагарина

Результаты исследования химического состава почв, отобранных с прикарьерных территорий всех трех карьеров, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты химического анализа прикарьерных почв территории парка имени Ю.А. Гагарина

Определяемый показатель	Проба					
	1	2	3	4	5	6
Содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , мг /100 г почвы	0,40± 0,02	0,30± 0,07	0,25± 0,06	0,20± 0,09	0,45±0 0,05	0,15± 0,09
Содержание органического углерода, %	1,52± 0,09	4,95± 0,04	6,73± 0,11	8,41± 0,09	6,20± 0,12	5,25± 0,15
Азот аммонийный, мг /100 г почвы	0,02± 0,11	0,04± 0,06	0,12± 0,07	0,03± 0,05	0,06± 0,05	0,05± 0,07
Нитриты, мг /100 г почвы	0,03± 0,09	0,04± 0,07	0,12± 0,03	0,08± 0,09	0,08± 0,04	0,04± 0,06
Нитраты, мг /100 г почвы	1,33± 0,17	1,60± 0,11	2,47± 0,13	2,42± 0,15	2,57± 0,12	2,02± 0,19
Фосфаты, мг /100 г почвы	1,86± 0,06	0,32± 0,18	1,00± 0,15	1,06± 0,08	0,24± 0,06	0,36± 0,04

Аналитические результаты показывают, что все исследуемые почвы достаточно сильно гумифицированы. Вместе с тем, для них характерно невысокое содержание неорганических форм азота, особенно, для территорий, прилегающих к Голубому карьеру. Невысокие содержания характерны и для соединений фосфора, особенно для территорий у ресторана «Шафран».

Результаты химического анализа почв примерно соотносятся с результатами химического анализа воды карьеров. Так, вода исследуемых карьеров характеризуется как мягкая, а исследуемые почвы характеризуются малым накоплением кальция и магния.

Содержание органического углерода в почве также соотносится с результатами анализа воды. Так, почвы территории карьера вокруг Свадебного острова характеризуются наибольшим содержанием органического углерода, а для воды этого карьера характерны наибольшие

значения окисляемости и наименьшее содержание растворенного в воде кислорода. У вод Голубого карьера наименьшее значение величины окисляемости и высокое значение растворенного в воде кислорода при наименьшем содержании органического углерода в почвах. Возможно, гранитная оболочка карьера частично проницаема для органического вещества почв, которое, попадая в воду, изменяет гидрохимические показатели.

Наблюдаются отличия для воды и почв в распределении форм азота. Так, для водной среды преобладающей являлась аммонийная форма, в то время как в почве преобладала форма нитратов. Возможно, формы азота воды формируются преимущественно под влиянием водной растительности, находившейся на ранних стадиях разложения, а миграция соединений азота из почвы затруднена из-за необходимости преодоления гранитного барьера.

Выводы по третьей главе

1. С течением времени в водах карьеров вокруг Свадебного острова и возле ресторана «Шафран» наблюдается снижение содержания биогенных элементов, что может указывать на происходящие процессы самоочищения водоемов.

2. Для вод Голубого карьера наблюдается увеличение содержания соединений азота, что может свидетельствовать о протекающих процессах разложения и накопления легкоокисляемого органического вещества, но из-за больших размеров водоема влияния на величину перманганатной окисляемости не наблюдается.

3. Воды исследуемых карьеров соответствуют нормативам ПДК и теоретически могут быть использованы для культурно-бытового водопользования.

4. Исследуемые почвы характеризуются высоким содержанием органического вещества и малым содержанием азота и фосфора.

5. Показатели содержания органического углерода в почвах соотносятся с величинами окисляемости и содержания растворенного кислорода в водах карьеров: наибольшему содержанию органического углерода соответствуют наибольшие значения окисляемости и наименьшие значения содержания растворенного в воде кислорода.

6. Исследуемые почвы и водная масса соответствующих карьеров отличаются по распределению форм азота: для воды характерно преобладание аммонийной формы, в то время как для почв преобладает нитратная форма.

ГЛАВА 4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ МБОУ «СОШ № 121 Г. ЧЕЛЯБИНСКА»

Внедрение в учебный процесс Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования [45] предоставляет возможности для реализации всех образовательных задач, стоящих перед школой. Стандарт устанавливает требования к личностным, предметным и метапредметным результатам освоения обучающимися основной образовательной программы.

Личностные результаты включают готовность и способность обучающихся к саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, способность ставить цели и строить жизненные планы.

Предметные результаты включают освоенные обучающимися в ходе изучения учебного предмета умения, специфические для данной предметной области, виды деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета, его преобразованию и применению в учебных, учебно-проектных и социально-проектных ситуациях.

Метапредметные результаты включают освоенные обучающимися межпредметные понятия и универсальные учебные действия (регулятивные, познавательные, коммуникативные), способность их использования в познавательной и социальной практике, способность к построению индивидуальной образовательной траектории, владение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности.

Достижение вышеперечисленных результатов, как уже было сказано, происходит на основе усвоения обучающимися универсальных учебных

действий (УУД), которые возможно формировать в рамках элективных курсов с помощью реализации проектно-исследовательской технологии.

Целью проектно-исследовательской технологии является создание условий, при которых обучающиеся: самостоятельно приобретают недостающие знания из разных источников; учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения познавательных и практических задач; приобретают коммуникативные умения, работая в различных группах; развивают исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, обобщения); развивают системное мышление.

Задачами проектно-исследовательской технологии являются:

— образовательные: формирование представлений о проектной деятельности; ознакомление обучающихся с целями, задачами и этапами выполнения проектов; создание условий для приобретения опыта работы с лабораторным оборудованием, посудой и реактивами;

— развивающие: развитие поисковой деятельности, интеллектуальной инициативы; развитие специальных способов ориентации – экспериментирование и моделирование;

— воспитательные: помощь обучающемуся в обоснованном выборе профиля дальнейшего обучения; развитие интереса к познанию.

Ведущей формой организации работы в старшем звене является индивидуальная форма проектно-исследовательской деятельности.

На базе МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска» в рамках элективного курса было осуществлено сопровождение исследовательского проекта обучающегося 10 класса.

Занятия с десятиклассником проводились в школьном кабинете химии, а также в аудиториях кафедры химии, экологии и МОХ ЮУрГГПУ.

Основные этапы работы над исследовательским проектом представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы проектной деятельности обучающегося 10 класса

Этап	Содержание деятельности	Срок выполнения
Поисковый	Определение тематического поля и темы проекта. Выдвижение и анализ гипотезы. Постановка цели и задач проекта	18-23 ноября 2019 г.
Аналитический	Анализ имеющейся информации. Поиск оптимального способа достижения цели проекта (анализ альтернативных решений), построение алгоритма деятельности. Пошаговое планирование	25-30 ноября 2019 г.
Практический	Выполнение запланированных действий по реализации проекта	25 ноября 2019 г. – 30 января 2020 г.
Презентационный	Подготовка презентации	февраль 2020 г.
Контрольный	Анализ результатов. Оценка качества проекта	март 2020 г.

Поисковый этап начинался с определения тематического поля проектов. Инициатива в выборе темы проекта была предоставлена обучающемуся на основании предложенных ссылок на статьи и видео об экологических проблемах города Челябинска (приложение 12), так как Челябинская область относится к регионам, испытывающим высокую нагрузку на окружающую среду.

После ознакомления с предложенным материалом со школьником были обсуждены следующие вопросы:

1. Почему, на ваш взгляд, Челябинская область относится к регионам, испытывающим высокую нагрузку на окружающую среду?
2. Какие экологические проблемы города Челябинска вы можете выделить?
3. Какая из проблем вам кажется наиболее серьезной и почему?
4. Хотели бы вы внести свой вклад в поиск решения данной проблемы?

Таким образом, при выборе темы проекта, в отражении личной позиции, следовании нравственно-эстетическим и социальным нормам проявлялись личностные результаты освоения обучающимся основной образовательной программы.

На *аналитическом этапе* обучающийся проводил поиск, сбор, систематизацию и анализ информации, осуществлял процесс планирования хода выполнения проекта. На данном этапе школьнику было предложено решить ситуационную задачу, связанную с проведением исследования качества воды водоема и определением его экологического состояния (приложение 13). Рекомендованная литература: см. список использованной литературы [8, 10, 11, 24, 29, 31, 35, 36, 47].

Поиск информации в ходе ответов на вопросы, предложенные для решения задачи (Какими нормативными документами должны руководствоваться специалисты Роспотребнадзора при проверке готовности пляжа к сезону? Дайте заключение по качеству воды водоема и воды из фонтанчиков. Дайте заключение по качеству песка на пляже), позволил ученику ознакомиться с показателями качества воды и нормами данных показателей для вод различного назначения. Особое внимание уделялось вопросам пробоподготовки и выбору методик определения гидрохимических показателей.

Также на этом этапе учеником были сформулированы цели и задачи, определяющие дальнейший ход его работы над исследованием.

Следовательно, на аналитическом этапе работы достигались и оценивались метапредметные результаты освоения обучающимся основной образовательной программы. При этом регулятивные УУД развивались, когда обучающийся определял цель и задачи проекта, обдумывал и составлял план работы. Познавательные УУД развивались в процессе работы с информацией, что находило свое выражение в обдумывании какого рода информация необходима, выборе источника информации (интернет, справочник, словарь, ЭОР и др.), анализе, сравнении и отборе информации из разных источников, способах и формах преобразования информации для реализации проекта.

Коммуникативные УУД выражались в умении организовывать учебное сотрудничество, участвовать в обсуждении проблемы, аргументировать свою позицию.

На *практическом этапе* обучающийся реализовал запланированные действия, выполнял текущий контроль. Перед началом химического эксперимента были актуализированы правила техники безопасности в химической лаборатории, обсуждены методика работы и предполагаемые результаты. Затем непосредственно проводилось определение гидрохимических показателей исследуемых карьеров.

На данном этапе происходило формирование предметных навыков (подготовки реактивов, проведение титрования, оценки полученных данных и т.д.), что свидетельствовало об уровне достижения метапредметных результатов при освоении основной образовательной программы. А именно, владение методами самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием; сформированности умений описания, анализа и оценки достоверности полученного результата.

К метапредметным результатам данного этапа относились формирование: регулятивных УУД, выражающихся в поэтапной реализации запланированных действий, анализе возникающих затруднений и нахождении способов преодоления трудностей; коммуникативных УУД, выражающихся в умении организовывать учебное сотрудничество.

На *презентационном этапе* обучающийся, следуя нашим рекомендациям (приложение 14), выполнил оформление работы, подготовку доклада и презентации проведенного исследования.

На данном этапе происходило достижение таких метапредметных результатов, как умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных,

коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности (познавательные УУД); владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства (коммуникативные УУД).

На *контрольном этапе* осуществлялся анализ результатов и оценка качества проведенного исследования. Личностные результаты, достигнутые на данном этапе: сформированность экологического мышления, понимания влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды; приобретение опыта эколого-направленной деятельности. Метапредметные результаты, достигнутые на данном этапе: владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения (познавательные УУД).

Результатом сопровождения исследовательского проекта обучающегося 10 класса является оформленный проект «Определение гидрохимического состава воды карьеров парка Ю. А. Гагарина г. Челябинска».

Оценка УУД при выполнении проекта школьником проведена по методике РИКО ИП. Был заполнен оценочный лист наставника (приложение 15), согласно которому, работа обучающегося набрала 39 баллов (83% от максимального), что свидетельствует о достижении десятиклассником высокого уровня сформированности УУД. Это же подтверждает и то, что по итогам защиты проекта обучающийся стал призером Региональной научно-практической конференции школьников по биологии и лучшим в секции «Экология» на слете «Юные друзья природы» в рамках городского экологического марафона, проводимого МБУДО «Центр детский экологический г. Челябинска» (приложение 16).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при выполнении исследования химико-экологического состояния территории карьеров парка имени Ю.А. Гагарина проведено определение основных показателей химического состава воды (рН, жесткость, содержание растворенного кислорода, перманганатная окисляемость, содержание соединений азота, фосфатов) трех карьеров, расположенных на территории парка культуры и отдыха им. Ю. А. Гагарина. Также выполнено определение химического состава почв прикарьерных территорий парка. По материалам литературного анализа и полученных экспериментальных результатов можно сделать ряд выводов.

1. Формирование гидрохимического режима карьерных озер представляет собой совокупность механических, физико-химических и биологических процессов. К факторам, определяющим химический состав природных вод, относятся прямые, непосредственно воздействующие на водный объект и обуславливающие его гидрохимические параметры, и косвенные, определяющие условия, в которых действуют прямые факторы.

2. Воды исследуемых карьеров соответствуют нормативам ПДК и теоретически могут быть использованы для культурно-бытового назначения.

3. Исследуемые почвы характеризуются высоким содержанием органического вещества и малым содержанием азота и фосфора.

4. Показатели содержания органического углерода в почвах соотносятся с величинами окисляемости и содержания растворенного кислорода в водах карьеров: наибольшему содержанию органического углерода соответствуют наибольшие значения окисляемости и наименьшие значения содержания растворенного в воде кислорода.

5. Исследуемые почвы и водная масса соответствующих карьеров отличаются по распределению форм азота: для воды характерно

преобладание аммонийной формы, в то время как для почв преобладает нитратная форма.

б. С использованием материалов исследования осуществлено сопровождение деятельности обучающегося по выполнению проекта «Определение гидрохимического состава воды карьеров парка Ю. А. Гагарина г. Челябинска» на базе МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска». В результате апробации проекта на Региональной научно-практической конференции школьников по биологии работа обучающегося удостоена третьего места.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии [Текст] / Олег Алекин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1953. – 306 с.
2. Алифанова, А. И. Контроль качества воды [Электронный ресурс] : учебное пособие / Алла Алифанова. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 103 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28352.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
3. Алыкова, Т. В. Химический мониторинг объектов окружающей среды [Текст] / Тамара Алыкова. – Астрахань : Астраханский гос. пед. ун-т, 2002. – 210 с.
4. Бузник, В. М. В. А. Коптюг о роли химии в устойчивом развитии общества [Текст] / Вячеслав Бузник // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – № 9. – С. 315–330.
5. Вальков, В. Ф. Почвоведение [Текст] : учебник для вузов / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. — Москва : ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2004. – 496 с.
6. Васильченко, А. В. Почвенно-экологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебное пособие / Анастасия Васильченко. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 282 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78813.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
7. Воровщиков, С. Г. Развитие универсальных учебных действий. Внутришкольная система учебно-методического и управленческого сопровождения [Электронный ресурс] : монография / С. Г. Воровщиков, Е. В. Орлова. – Москва : Прометей, 2012. – 210 с. – Электрон. дан. – Режим

доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18611.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.

8. Воронова, Г. А. Химические элементы в биосфере [Текст] / Г. А. Воронова, Т. А. Юрмазова. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 94 с.

9. Гизатуллин, Х. Н. Концепция устойчивого развития: новая социально-экономическая парадигма [Текст] / Х. Н. Гизатуллин, В. А. Троицкий // Общественные науки и современность. – 1998. – № 5. – С. 124–130.

10. ГН 2.1.5.2280-07 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] : сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

11. Гришина, Е. П. Основы химии окружающей среды [Текст] : учебное пособие. Часть 2. Химические процессы в гидросфере / Елена Гришина. – Владимир : Владим. гос. ун-т, 2009. – 60 с.

12. Гусакова, Н. В. Химия окружающей среды [Текст] / Наталья Гусакова. – Ростов-на-Дону : «Феникс», 2004. – 192 с.

13. Гусев, А. И. Науки о Земле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Анатолий Гусев ; под редакцией В. П. Чеха. – Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 245 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84440.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.

14. Добровольский, Г. В. Функции почв в биосфере и экосистемах [Текст] / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – Москва : Наука, 1990. – 260 с.

15. Догановский, А. М. Гидросфера Земли [Текст] / А. М. Догановский, В. Н. Малинин. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 2004. – 625 с.

16. Ерофеева, В. В. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Ерофеева, В. В. Глебов, С. Л. Яблочников. – Саратов : Вузовское образование, 2020. – 148 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/90201.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
17. Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод [Текст] / Р. Ф. Зарубина, Ю. Г. Копылова. – Томск : Томский политехнический университет, 2007. – 168 с.
18. Зиангирова, Л. Ф. Организация проектной деятельности учащихся [Электронный ресурс] : научно-практические рекомендации для учителей, методистов и студентов педвузов / Линева Зиангирова. – Уфа : Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы, 2007. – 53 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31943.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
19. Зиангирова, Л. Ф. Развитие познавательной активности старшеклассников в процессе проектной деятельности [Электронные ресурсы] : монография / Линева Зиангирова. – Саратов : Вузовское образование, 2015. – 163 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31944.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
20. Киреева, Т. А. Гидрогеохимия. Конспект лекций [Текст] : учебно-методическое пособие / Татьяна Киреева. – Москва : 2016. – 197 с. : ил.
21. Короновский, Н. В. Общая геология [Текст] : учебное пособие / Николай Короновский. – Москва : «КДУ», «Добросвет», 2018. – 474 с.
22. Максимович, Г. А. Химическая география вод суши [Текст] / Георгий Максимович. – Москва : Государственное Издательство Географической Литературы, 1955. – 329 с.

23. Мидоренко, Д. А. Мониторинг водных ресурсов [Текст] / Д. А. Мидоренко, В. С. Краснов. – Тверь : Твер. гос. ун-т, 2009. – 77 с.
24. Миклашевский, Н. В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры [Текст] / Н. В. Миклашевский, С. В. Королькова. – Санкт-Петербург : Арлит, 2000. – 240 с.
25. Михаилиди, А. М. Экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / Александра Михаилиди. – Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 170 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83819.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
26. Муравьев, А. Г. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки [Текст] / Александр Муравьев. – Санкт-Петербург : «Крисмас+», 2011. – 264 с.
27. Мычко, Д. И. Химия и возможности устойчивого развития в эпоху глобализации [Текст] / Дмитрий Мычко // Хімія: проблеми викладання. – 2005. – № 7. – С. 27–39.
28. Орлова, Т. Н. Химия природных и промышленных вод [Текст] : учебное пособие / Т. Н. Орлова, Д. А. Базлов, В. Ю. Орлов. – Ярославль : ЯрГУ, 2013. – 120 с.
29. Остроумов, С. А. Формирование и улучшение качества воды: ключевая роль биологических и эколого-биохимических факторов [Текст] / С. А. Остроумов, И. К. Тодераш, Л. Н. Унгуряну и др. // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Republicii Moldova. Ştiinţele vieţii. – 2009. – № 3. – С. 22–44.
30. Пак, М. С. Теория и методика обучения химии [Текст] / Мария Пак. – Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2015. – 306 с.
31. Петин, А. Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] / А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, О. В. Крымская. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. – 252 с.

32. Пономаренко, О. И. Методы контроля природных объектов и мониторинг окружающей среды [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О. И. Пономаренко, М. А. Ботвинкина. – Алматы : Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2011. – 189 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57531.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.

33. Попова, Н. Е. Интеграция универсальных учебных действий учащихся в соответствии с требованиями ФГОС СОО [Текст] / Нина Попова // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 12. – С. 139–144.

34. Посохов, Е. В. Формирование химического состава подземных вод (основные факторы) [Текст] / Ефим Посохов. – Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1966. – 332 с.

35. Постановление Правительства Российской Федерации «О федеральной целевой программе «Чистая вода» на 2011-2017 годы» (с изменениями на 25 мая 2016 года) от 22 декабря 2010 года № 1092 [Электронный ресурс]: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902256587>, свободный. – Загл. с экрана.

36. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [Электронный ресурс] : сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420389120>, свободный. – Загл. с экрана.

37. Пучков, Л. А. Человек и биосфера: вхождение в техносферу [Текст] / Л. А. Пучков, А. Е. Воробьев. – Москва : Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2000. – 342 с.

38. Резников, А. А. Методы анализа природных вод [Текст] / А. А. Резников, Е. П. Муликовская. – Москва : Недра, 1970. – 488 с.
39. Романова, С. М. Практикум по гидрохимии [Текст] / София Романова. – Алматы : КазНУ им. аль-Фараби, 2007. – 83 с.
40. Стадницкий, Г. В. Экология [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Георгий Стадницкий. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. – 296 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67359.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
41. Стрелков, А. К. Охрана окружающей среды и экология гидросферы [Электронный ресурс] : учебник / А. К. Стрелков, С. Ю. Теплых. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 488 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20495.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.
42. Субботкина, М. И. Универсальные учебные действия как основа формирования культуры умственного труда [Текст] / Марина Субботкина // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2015. – № 9. – С. 73–79.
43. Сысоев, А. Д. Челябинский бор [Текст] / Александр Сысоев. – Челябинск : Южно-Уральское кн. изд., 1968. – 47 с.
44. Удачин, В. Н. Гидрохимия карьерных озер Южного Урала: геологическое строение месторождений и горнопромышленный техногенез [Текст] / В. Н. Удачин, П. Г. Аминов, В. В. Дерягин, Г. Ф. Лонцакова // Металлогения древних и современных океанов – 2008. Рудоносные комплексы и рудные фации. – Миасс : ИМин УрО РАН. – 2008. – С. 324–328.
45. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс] // Федеральные государственные образовательные стандарты. – Москва : Институт

стратегических исследований в образовании РАО. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://fgos.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

46. Федоров, Ю. А. Экология и охрана природных вод [Электронный ресурс] : сборник научных трудов / Ю. А. Федоров, С. А. Чечкин, А. М. Владимиров ; под редакцией Ю. А. Федоров, А. М. Владимиров, В. Н. Ворбьев. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2000. – 84 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14939.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.

47. Филиппова, К. А. Химический состав вод карьерных озер Южного Урала [Текст] / К. А. Филиппова, П. Г. Аминов, В. Н. Удачин, А. Ю. Кисин, В. И. Гребенщикова, В. В. Дерягин, В. П. Петрищев, Г. Ф. Лонцакова, Л. Г. Удачина // Вода: химия и экология. – 2013. – № 7 (61). – С. 3–8.

48. Фоменко, А. И. Водные и минеральные природные ресурсы [Электронные ресурсы] : учебное пособие / Александра Фоменко. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 196 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86579.html>, для авторизир. пользователей. – Загл. с экрана.

49. Цитович, И. К. Курс аналитической химии [Текст] : учебник / Игорь Цитович. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2004. – 496 с. : ил.

50. Черников, В. А. Агрэкология [Текст] / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев. – Москва : Колос, 2000. – 536 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде и почве методом комплексонометрического титрования с трилоном Б

Для воды: мерной колбой отмерить 100 мл исследуемой воды и перелить её в коническую колбу.

Для почвы: 5 мл водной вытяжки почвы, доведенной до 100 мл, перелить в коническую колбу.

Добавить 5 мл аммиачно-буферной смеси, затем 7-8 капель спиртового раствора индикатора эриохрома черного Т. Тщательно перемешать, раствор при этом окрашивается в винно-красный цвет. Смесь оттитровать 0,05 Н раствором трилона Б. Закончить титрование тогда, когда после добавления очередной капли окраска раствора приобретает синий цвет с зеленоватым оттенком и с добавлением лишней капли раствора комплексона не изменяется. Определить объем трилона Б, израсходованного на титрование.

Произвести расчет содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде (Ж_0) в мг·экв/л по формуле (1.1):

$$\text{Ж}_0 = \frac{N \cdot V_1 \cdot 1000}{V_2}, \quad (1.1)$$

где V_1 – объем раствора трилона Б, пошедший на титрование, мл;

N – нормальность раствора трилона Б;

V_2 – объем воды, взятый для определения, мл.

Произвести расчет содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} (Ж_0) в почве в мг/100г по формуле (1.2):

$$\text{Ж}_0 = \frac{N \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot 2}, \quad (1.2)$$

где V_1 – объем раствора трилона Б, пошедший на титрование, мл;

N – нормальность раствора трилона Б;

V_2 – объем пробы анализируемой вытяжки, мл.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Определение содержания растворенного кислорода в воде с помощью окислительно-восстановительного титрования в варианте йодометрии по Винклеру

Колбу ополоснуть водой и наполнить так, чтобы вода переливалась через край. Сразу же ввести пипеткой на дно 1 мл $MnCl_2$ и 1 мл щелочного раствора йодида калия для фиксации растворенного кислорода. После введения реактивов закрыть колбу пробкой, следя за тем, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха, и содержимое тщательно перемешать многократным резким перевертыванием.

Затем прилить 1 мл концентрированной соляной кислоты. Колбу закрыть пробкой и содержимое взболтать. При этом осадок растворяется, жидкость становится желтой от выделения йода.

Затем пробу перелить в чистую колбу на 500 мл, оттитровать 0,02 Н раствором тиосульфата натрия при непрерывном помешивании до слабо желтого цвета, после чего добавить 1 мл 0,5 % раствора крахмала и продолжить по каплям титровать до исчезновения синей окраски.

Содержание растворенного кислорода (в мг O_2 /л) вычислить по формуле (2.1):

$$X = \frac{A \cdot N \cdot 8 \cdot 1000}{V_1 - V_2}, \quad (2.1)$$

где A – объем раствора $Na_2S_2O_3$, пошедший на титрование пробы, мл;

N – нормальность раствора $Na_2S_2O_3$;

8 – молярная масса эквивалента кислорода, соответствующая 1 мл 1 Н раствора $Na_2S_2O_3$;

V_1 – объем пробы в склянке, мл;

V_2 – объем воды, выделившийся при введении реактивов для фиксации кислорода, мл;

1000 – коэффициент пересчета единиц измерения из г/л в мг/л.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Определение перманганатной окисляемости воды окислительно-восстановительным титрованием в варианте обратного титрования с щавелевой кислотой (метод Кубеля)

В колбу поместить 100 мл исследуемой воды (или разбавленной до 100 мл), несколько кипяtilьных камешков, прилить 5 мл разбавленной серной кислоты (1:3) и 10 мл 0,01 Н перманганата калия.

Смесь нагревать так, чтобы она закипела не более чем через 5 минут, и кипятить точно 10 минут, закрыв маленькой конической воронкой для уменьшения испарения.

К горячему раствору прибавить 10 мл 0,01 Н раствора щавелевой кислоты. Обесцвеченную горячую смесь оттитровать 0,01 Н раствором перманганата калия до слабо-розового окрашивания.

Одновременно провести холостой опыт со 100 мл дистиллированной воды и обработать её так же, как и анализируемую воду.

Величину перманганатной окисляемости (мг О/л) рассчитать по формуле (3.1):

$$X = \frac{(A-B) \cdot K \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{V}, \quad (3.1)$$

где А – объем 0,01 Н раствора перманганата калия, израсходованного на титрование исследуемой пробы, мл;

В – объем 0,01 Н раствора перманганата калия, израсходованного на титрование холостой пробы, мл;

К – поправочный коэффициент раствора перманганата калия;

V – объем пробы, взятой для анализа, мл;

8 – молярная масса эквивалента кислорода, г/моль.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Определение органического углерода в почве (по Тюрину)

0,1 г навески почвы внести в коническую колбу на 100-150 мл и залить 10,00 мл 0,4 Н $K_2Cr_2O_7$ в разбавленной (1:1) H_2SO_4 . Вставить в колбы маленькие воронки и кипятить в течение 5 минут. После нагревания раствор должен быть зеленовато-бурого цвета.

Колбы охладить, сполоснуть горло колбы и воронку водой, добавить 5 кап 0,2 % раствора фенилантраниловой кислоты и титровать 0,2 Н раствором соли Мора до перехода красно-бурой окраски в зеленую.

Содержание органического углерода (в % к воздушно-сухой почве) вычислить по формуле (4.1):

$$C = \frac{100 \cdot (a-b) \cdot N \cdot 0,003}{P}, \quad (4.1)$$

где С – содержание органического углерода, %;

а – количество соли Мора, пошедшее на холостое титрование;

в – количество соли Мора, пошедшее на титрование остатка хромовокислого калия;

Н – нормальность соли Мора;

0,003 – количество органического углерода, соответствующее 1 мл 0,2 Н раствора соли Мора, г;

Р – навеска воздушно-сухой почвы, г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Определение содержания аммиака и ионов аммония в воде фотометрическим методом с реактивом Несслера

К 50 мл исследуемой воды или к меньшему объему, доведенному до 50 мл дважды дистиллированной водой, прибавить 1 мл 50 %-ного раствора сегнетовой соли, смесь тщательно перемешать. Затем прибавить 1 мл реактива Несслера и снова перемешать. По истечении 10 мин колориметрировать в кюветах с толщиной оптического слоя 2-5 см с фиолетовым светофильтром ($\lambda=425$ нм) по отношению к безаммиачной воде, в которую были добавлены соответствующие реактивы.

Калибровочная кривая: в мерные колбы на 50 мл налить 0,0 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 1,5 – 2 – 3 мл рабочего стандартного раствора хлорида аммония, объем довести дистиллированной водой до 50 мл и добавить реактивы, как при анализе пробы. Фотометрировать через 10 минут после прибавления реактива Несслера. Построить калибровочный график в координатах «оптическая плотность – содержание ионов NH_4^+ (мг)».

Концентрацию ионов аммония в воде (мг NH_4^+ /л) рассчитать по формуле (5.1):

$$X = \frac{A \cdot 1000}{V}, \quad (5.1)$$

где A – содержание ионов NH_4^+ , найденное по калибровочному графику, мг;

V – объем пробы, взятой для анализа, мл.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Определение содержания аммиака и ионов аммония в почве фотометрическим методом с реактивом Несслера

Взять 10 г свежей почвы, поместить в колбу, прилить 10-кратное количество 2 % раствора KCl, приготовленного на безаммиачной воде, добавить 1-2 капли толуола для подавления микробиологической деятельности. Колбу встряхивать 5 минут, затем поставить на часовое взбалтывание на ротаторе.

К 1 мл вытяжки, доведенной до 50 мл дважды дистиллированной водой, прибавить 2 мл 50 %-ного раствора сегнетовой соли, смесь тщательно перемешать. Затем прибавить 2 мл реактива Несслера и снова перемешать. По истечении 10 мин колориметрировать в кюветах с толщиной оптического слоя 2-5 см с фиолетовым светофильтром ($\lambda=425$ нм) по отношению к безаммиачной воде, в которую были добавлены соответствующие реактивы.

Калибровочная кривая: в мерные колбы на 50 мл налить 0,0 – 2,0 – 2,5 – 5,00 – 7,50 – 10,00 – 12,50 – 15,00 мл рабочего стандартного раствора хлорида аммония, объем довести дистиллированной водой до 50 мл и добавить реактивы, как при анализе пробы. Фотометрировать через 10 минут после прибавления реактива Несслера. Построить калибровочный график в координатах «оптическая плотность – содержание ионов NH_4^+ (мг)».

Концентрацию ионов аммония в почве (мг/100 г) рассчитать по формуле (6.1):

$$X = \frac{A \cdot 100 \cdot 0,1}{m}, \quad (6.1)$$

где A – содержание ионов NH_4^+ , найденное по калибровочному графику, мг;

m – масса навески почвы, взятой для анализа, г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Определение нитритов в воде и почве фотометрическим методом с реактивом Грисса

Для воды: к 50 мл пробы прибавить 2 мл раствора реактива Грисса, перемешать, оставить стоять 10 минут.

Для почвы: 10 г свежей почвы поместить в колбу, прилить 5-кратное количество дистиллированной воды, взбалтывать 3 минуты и отфильтровать через сухой плотный фильтр. Взять 40 мл прозрачного и бесцветного фильтрата, поместить в мерную колбу емкостью 50 мл, прибавить 8 мл реактива Грисса, долить дистиллированной водой до метки, перемешать и оставить стоять на 15-20 минут.

Фотометрировать при длине волны 520 нм по отношению к раствору сравнения. Толщина кюветы 5 см.

Построение градуировочного графика: В мерные колбы объемом 50 мл внести: 0 – 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0 – 2,0 – 5,0 – 10,0 – 15,0 мл рабочего раствора NaNO_2 и довести объем до метки дистиллированной водой. Далее провести анализ и фотометрировать, как при исследовании пробы. По полученным данным построить градуировочный график, откладывая на оси абсцисс массовые концентрации нитритов в мг/л, а по оси ординат – соответствующие им значения оптической плотности.

Массовую концентрацию нитритов в воде $X(\text{NO}_2^-)$ вычислить по формуле (7.1):

$$X(\text{NO}_2^-) = \frac{X^1(\text{NO}_2^-) \cdot 50}{V}, \quad (7.1)$$

где $X(\text{NO}_2^-)$ – массовая концентрация нитритов в исследуемом растворе, мг/л;

$X^1(\text{NO}_2^-)$ – массовая концентрация по градуировочному графику;

V – объем пробы, взятой для анализа, мл;

50 – объем стандартного раствора, мл.

Массовую концентрацию нитритов в почве вычислить по формуле (7.2):

$$X = \frac{A \cdot 100 \cdot 0,1}{m}, \quad (7.2)$$

где X – массовая концентрация нитритов в исследуемом растворе, мг/100 г;

A – массовая концентрация нитритов по градуировочному графику, мг;

m – масса навески почвы, взятой для анализа, г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Определение содержания нитратов в воде фотометрическим методом с использованием салициловокислого натрия

В фарфоровую чашку поместить 20 мл исследуемой воды, прибавить 2 мл раствора салицилата натрия, выпарить досуха на водяной бане. После охлаждения сухой остаток увлажнить 2 мл концентрированной серной кислоты и оставить на 10 минут. Затем добавить 15 мл дистиллированной воды и 15 мл сегнетовой соли. Количественно перенести в мерную колбу на 50 мл, довести объем дистиллированной водой до метки и определить оптическую плотность при 410 нм в кювете на 2 см. Содержание нитрат-ионов определить по градуировочной кривой, которая строится в диапазоне от 0,1 до 4,0 мг NO_3^- .

Построение градуировочной кривой: В фарфоровые чашки внести 0 – 0,5 – 2,5 – 5,0 – 10,0 – 20,0 мл рабочего раствора, добавить по 2 мл раствора салицилата натрия, выпарить досуха. Далее провести те же операции, что и с исследуемой пробой.

Массовую концентрацию нитратов в воде $X(\text{NO}_3^-)$ вычислить по формуле (8.1):

$$X(\text{NO}_3^-) = \frac{X^1(\text{NO}_3^-) \cdot 50}{V}, \quad (8.1)$$

где $X(\text{NO}_3^-)$ – массовая концентрация нитратов в исследуемом растворе, мг/л;

$X^1(\text{NO}_3^-)$ – массовая концентрация нитратов по градуировочной кривой;

V – объем пробы, взятой для анализа, мл;

50 – объем стандартного раствора, мл.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Определение нитратов в почве с гидразином

Навеску почвы 30 г поместить в колбу ёмкостью 150-200 мл. Прилить цилиндром 75 мл 1 Н раствора хлорида калия. Взбалтывать на ротаторе один час, отфильтровать. К 5 мл фильтрата прилить 10 мл щелочного раствора пиррофосфата натрия и 10 мл рабочего восстанавливающего раствора. Перемешать. Через 10 минут прилить 25 мл рабочего окрашивающего раствора. Перемешать. Фотометрировать при длине волны 545 нм.

Построение калибровочного графика: в мерные колбы на 50 мл отобрать последовательно 0,25 – 0,35 – 0,5 – 0,75 – 1,00 – 1,25 – 2,00 – 2,50 – 3,00 – 3,50 – 5,00 мл стандартного рабочего раствора. Далее провести анализ и фотометрировать, как при исследовании пробы. По полученным данным построить градуировочный график.

Рассчитать содержание нитратов (в мг/100 г абсолютно сухой почвы) по формуле (9.1):

$$m(\text{NO}_3^-) = \frac{a \cdot 100 \cdot K \cdot 2}{m}, \quad (9.1)$$

где a – содержание NO_3^- по графику, мг;

K – коэффициент влажности почвы;

m – навеска почвы.

Приложение 10

Определение содержания фосфора в виде ортофосфатов в воде фотометрическим методом

Построение калибровочного графика: в мерные колбы вместимостью 50 мл внести пипеткой 0,0 – 0,5 – 1,0 – 2,0 – 5,0 – 10,0 – 20,0 мл рабочего стандартного раствора гидрофосфата натрия Na_2HPO_4 и довести объем раствора до метки дистиллированной водой.

В каждую мерную колбу добавить точно 1 мл раствора молибдата аммония, перемешать и через 5 минут внести 0,1 мл раствора хлорида олова (II), перемешать. Интенсивность окраски измерить через 10-15 минут, пользуясь красным светофильтром ($\lambda = 690\text{-}720$ нм) и кюветами с толщиной слоя 2-3 см. По полученным величинам оптической плотности построить градуировочный график.

К 50 мл исследуемой воды внести те же реактивы и в той же последовательности, что и в образцовые растворы. После того же временного интервала измерить оптическую плотность растворов и установить концентрацию ортофосфатов по градуировочному графику.

Массовую концентрацию ортофосфатов (в мг/л) в исследуемой пробе воды определить по формуле (10.1):

$$X = \frac{X_0 \cdot 50}{V}, \quad (10.1)$$

где X_0 – массовая концентрация фосфора, найденная по градуировочному графику, мг/л;

V – объем аликвоты исходной пробы воды, отобранной для анализа, мл.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Определение легкорастворимых фосфатов в вытяжке Кирсанова

К 5 г воздушно-сухой почвы прилить 25 мл 0,2 Н раствора HCl. Взболтать содержимое колбочки 1 мин. Оставить стоять 15 минут и профильтровать раствор через беззольный фильтр.

Поместить в мерную колбу на 50 мл 5 мл фильтрата и разбавить дистиллированной водой до 40-45 мл. Прибавить 2 мл 2,5 % раствора молибдата аммония в серной кислоте. Перемешать. Добавить 3 капли раствора хлорида олова (II). Довести объем дистиллированной водой до метки.

Через 10-15 минут измерить оптическую плотность раствора при длине волны 690-720 нм в кювете с толщиной слоя 2-3 см.

Построение калибровочного графика: в мерные колбы вместимостью 50 мл внести пипеткой 0,0 – 0,5 – 1,0 – 2,0 – 5,0 – 10,0 – 20,0 мл рабочего стандартного раствора 2 (0,001 мг/мл фосфата) и довести объем раствора до метки дистиллированной водой. Далее провести анализ и фотометрировать, как при исследовании пробы. По полученным данным построить градуировочный график.

Рассчитать содержание легкорастворимых фосфатов (в мг/100 г абсолютно сухой почвы) по формуле (11.1):

$$X = \frac{a \cdot b \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot C}, \quad (11.1)$$

где X – массовая концентрация фосфатов в исследуемом растворе, мг/100г;

a – отсчет по графику, мл;

b – титр стандартного раствора;

V₁ – объем уксусной кислоты, взятый для приготовления вытяжки, мл;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

V₂ – объем вытяжки, взятый для определения оптической плотности, мл;

C – навеска почвы, г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Подборка материалов для обучающегося «Экологические проблемы города Челябинска»

Ознакомьтесь с публикациями и видеоматериалами, касающимися экологической обстановки в городе Челябинске.

Публикации (<https://musor-chel.ru/articles>):

1. Экологические проблемы Челябинска. Количественные показатели, характеризующие уровень загрязнения природы.
2. Загрязнение гидросферы. Основные источники.
3. Загрязнение атмосферы. Формы загрязнения и источники.
4. Влияние Томинского ГОКа на экологию. Экологические последствия.
5. Вред сжигания мусора.

Видеоматериалы:

1. Экологические проблемы Челябинска
<https://www.youtube.com/watch?v=9EGGpIOvwYE>
2. Загрязнение воды
<https://www.youtube.com/watch?v=aymWxAPGPhc>

На основе полученной информации ответьте на предложенные вопросы:

1. Почему, на ваш взгляд, Челябинская область относится к регионам, испытывающим высокую нагрузку на окружающую среду?
2. Какие экологические проблемы города Челябинска вы можете выделить?
3. Какая из проблем вам кажется наиболее серьезной и почему?
4. Хотели бы вы внести свой вклад в поиск решения данной проблемы?

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Ситуационная задача

Инструкция: ознакомьтесь с ситуацией и дайте развернутые ответы на вопросы.

Специалистами Управления Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» осуществлена проверка пляжа «Заречный» к началу купального сезона. В ходе проверки установлено: территория пляжа очищена, частично обновлен песок, отремонтированы дорожки, павильоны, раздевалки, подведены питьевые фонтанчики. Новые туалеты размещены на расстоянии 120 метров от места купания, контейнеры емкостью 0,75 м³ установлены из расчета один контейнер на 4000 м² площади пляжа. Отвод использованной воды предусматривается по открытому лотку со сбросом в реку Волгу на 100 метров ниже от места купания. В районе пляжа проведены дератизационные работы: растения обработаны от клещей, водоем – от личинок комаров. В ходе проверки были отобраны пробы песка на пляже и воды из водоема и фонтанчиков. Результаты исследования песка: санитарное число – 0,99, индекс БГКП – 7, индекс энтерококков – 6, патогенные бактерии, яйца гельминтов, личинки куколок мух отсутствуют.

Результаты исследований качества воды водоёма представлены в таблице 13.1, воды из фонтанчиков – в таблице 13.2.

Таблица 13.1 – Результаты исследований качества воды водоема

Показатель	Результат	Норматив СанПин 2.12.1188-03
Плавающие примеси	нет	нет
Запах, баллы	1	2
Окраска	не обнаруживается в столбике 10 см	не должна обнаруживаться в столбике 10 см
Растворенный кислород, мг/л	5,0	не менее 4,0 мг/л

Продолжение таблицы 13.1

Показатель	Результат	Норматив СанПин 2.12.1188-03
рН	7,3	6,5-8,5
БПК ₅ , мгО ₂ /л	3,2	не более 4,0 мгО ₂ /л
ХПК, мгО ₂ /л	24	не более 30,0 мгО ₂ /л
Общая минерализация, мг/л	450,0	не более 1000 мг/л
Жизнеспособные яйца гельминтов	отсутствуют в 25 л воды	не должны содержаться в 25 л воды
Возбудитель кишечных инфекций	обнаружены сальмонеллы	отсутствие
ТКБ, КОЕ/100 мл	180,0	не более 100 КОЕ/100 мл
ОКБ, КОЕ/100 мл	700	не более 500 КОЕ/100 мл
Колифаги, БОЕ/100 мл	18	не более 10 БОЕ/100 мл

Таблица 13.2 – Результаты исследований качества воды из фонтанчиков

Показатель	Результат	Норматив СанПин 2.1.4.1074-01
Запах, баллы	2	не более 2
Привкус, баллы	2	не более 2
Мутность, мг/л	0,6	не более 1,5
рН	7,3	6-9
Общая минерализация, мг/л	310,0	не более 1000
Нефтепродукты, мг/л	0,0014	не более 0,1
Нитраты, мг/л	4,0	не более 45,0
Хлориды, мг/л	19,0	не более 350
Сульфаты, мг/л	77,2	не более 500
Алюминий, мг/л	0,06	не более 0,5
Жесткость общая, мг·экв/л	4,2	не более 7,0
Железо, мг/л	0,15	не более 0,3
ОКБ, КОЕ/100 мл	не обнаружены	отсутствие в 100 мл

Продолжение таблицы 13.2

Показатель	Результат	Норматив СанПин 2.1.4.1074-01
ТКБ, КОЕ/100 мл	не обнаружены	отсутствие в 100 мл
ОМЧ, КОЕ в 1 мл	2	не более 50
Колифаги, БОЕ/100 мл	18	не более 10 БОЕ/100 мл

Вопросы:

1. Какими нормативными документами должны руководствоваться специалисты Роспотребнадзора при проверке готовности пляжа к сезону?
2. Представьте алгоритм проведения проверки готовности пляжа к сезону.
3. Дайте заключение по качеству воды водоёма и воды из фонтанчиков.
4. Дайте заключение по качеству песка на пляже.
5. Какое решение должно принять должностное лицо Управления Роспотребнадзора по результатам проверки?

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Рекомендации по оформлению исследовательской работы

Структура исследовательской работы

1. Титульный лист. На титульном листе указываются:

- наименование учебного заведения,
- тема проектной (исследовательской) работы,
- Ф. И. автора работы,
- Ф.И.О. руководителя или консультанта исследовательской работы.

2. Содержание должно включать наименования всех частей работы с указанием страниц. Написание работы должно быть личным и индивидуальным. Изложение информации должно быть последовательным, логичным, подробным, с развернутыми предложениями. Во избежание ошибок со знаками препинаний не использовать сложных оборотов, не перегружать текст. Информацию, полученную из Интернет-источников, не копировать, а писать самостоятельно, сделав свои выводы о прочитанном материале.

I. Введение первый раздел исследовательской работы. Излагается информация об актуальности данного исследования, цели, задачи и объект исследования.

II. Основная часть состоит из нескольких глав, разбитых на параграфы. Главы и параграфы должны быть изложены в строгой логической последовательности и взаимосвязи.

III. Заключение описывает отчет о проведении исследовательских работ, а так же последовательно излагаются теоретические и практические выводы, сделанные на основе своего эксперимента.

Приложения включают вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст, сюда относятся

таблицы вспомогательных данных, анкеты, фотоотчеты о проделанных экспериментальных исследованиях.

Требования к оформлению: Документ формата Word, шрифт TimesNewRoman (14размер шрифта, интервал 1,5). Расположение текста - по ширине страницы. Поля: левое – 3см, правое, верхнее, нижнее – 2 см. Абзац начинается с красной строки – отступ 1,25 см Нумерация страниц начинается с титульного листа (особый колонтитул для первой страницы). На последующих страницах нумерация ставится по центру снизу.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Оценочный лист наставника

Таблица 15.1 – Оценочный лист наставника

Этапы	Код	Критерии	Макс балл	Оценка в баллах от наставника
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1. Организационный			17	14
1.1.Определение темы проекта	2.1.2 РУУД	- не сформировано умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему - формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему с помощью наставника - формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему	0 1 2	2
	2.1.1 РУУД	- не анализирует существующие и не планирует будущие образовательные результаты - анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты с помощью наставника - анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты самостоятельно	0 1 2	2
1.2.Поиск и анализ проблемы	2.1.3 РУУД	- не выдвигает версии решения проблемы, не формулирует гипотезы, - выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы с помощью наставника; - выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы, предвосхищает конечный результат самостоятельно.	0 1 2	1
	1.3.2 ПУУД	- не умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков - умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков с помощью наставника - умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков	0 1 2	2

Продолжение таблицы 15.1

1	2	3	4	5
1.3.Постановка цели проекта	2.1.4 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей - ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей с помощью наставника - ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей самостоятельно 	0 1 2	2
	2.1.5 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели - умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели с помощью наставника - умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели 	0 1 2	2
	2.2.2 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не обосновывает и не осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач - обосновывает и осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач с помощью наставника - обосновывает и осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач самостоятельно 	0 1 2	1
	3.1.5 КУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности - строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности с помощью наставника -строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности самостоятельно 	0 1 2	1
	3.1.7 КУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не умеет критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его - критически относится к собственному мнению, с достоинством признает ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректирует его 	0 1	1

Продолжение таблицы 15.1

1	2	3	4	5
2.Выполнение проекта			26	21
2.1.Анализ имеющейся информации	1.1.2 ПУУД	- не находит в тексте требуемую информацию	0	2
		- находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности) с помощью наставника	1	
		- находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности) самостоятельно	2	
	1.1.5 ПУУД	- не устанавливает взаимосвязь описанных в тексте явлений, процессов	0	2
- устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов с помощью наставника		1		
- устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов самостоятельно		2		
1.3.4 ПУУД	- не умеет обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника	0	1	
	- умеет обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника	1		
1.3.8 ПУУД	- не объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, не сравнивает, не классифицирует и не обобщает факты и явления	0	2	
	- объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления с помощью наставника	1		
	- объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления самостоятельно	2		
2.2.Сбор и изучение информации	1.2.5 ПУУД	- не определяет логические связи между предметами, не обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме	0	1
		- определяет логические связи между предметами, обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме с помощью наставника	1	
		- определяет логические связи между предметами, обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме самостоятельно	2	

Продолжение таблицы 15.1

1	2	3	4	5
	1.2.8 ПУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот - переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот с помощью наставника - переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот самостоятельно 	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>	1
	1.5.2 ПУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями - осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями с помощью наставника - осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями самостоятельно 	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>	2
	1.5.3 ПУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска - формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска с помощью наставника - формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска самостоятельно 	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>	1
2.3.Построение алгоритма деятельности	2.2.6 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) - составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) с помощью наставника - составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) самостоятельно 	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>	1

Продолжение таблицы 15.1

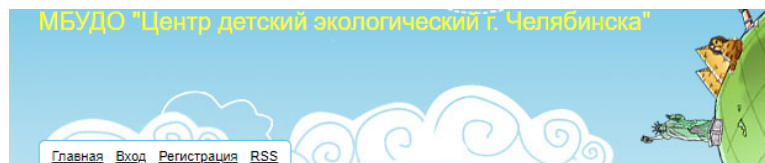
1	2	3	4	5
	2.2.9 РУУД	-не планирует свою индивидуальную образовательную траекторию -планирует и корректирует свою индивидуальную образовательную траекторию с помощью наставника -планирует и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию самостоятельно	0 1 2	1
2.4.Выполнение плана работы над индивидуальным учебным проектом.	2.3.4 РУУД	- не оценивает свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата - оценивает свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата	0 1	1
	2.3.6 РУУД	- работает по своему плану, вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата с помощью наставника - работает по своему плану, вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата самостоятельно	1 2	2
	2.3.8 РУУД	- сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки с помощью наставника - сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки самостоятельно	1 2	2
2.5.Внесение (по необходимости) изменений в проект	2.4.4 РУУД	- не оценивает продукт своей деятельности по заданным критериям в соответствии с целью деятельности - оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности	0 1	1
	2.4.6 РУУД	- не фиксирует динамику собственных образовательных результатов - фиксирует и анализирует динамику собственных образовательных результатов	0 1	1

Продолжение таблицы 15.1

1	2	3	4	5
3. Оценивание проекта			4	4
4.1. Анализ результата в выполнении проекта	2.4.4 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности - оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности 	0 1	1
4.2. Оценка качества выполнения проекта	2.5.4 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха - самостоятельно определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха 	0 1	1
	2.5.5 РУУД	<ul style="list-style-type: none"> - не определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности - ретроспективно определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности 	0 1	1
	3.2.10 КУУД	<ul style="list-style-type: none"> -не делает оценочного вывода о цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и не обосновывает его - делает оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывает его 	0 1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Итоги защиты исследовательского проекта обучающегося 10 класса МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска»



Главная » 2020 » Май » 29 » Лучшими на специализированных этапах стали:

Лучшими на специализированных этапах стали:

Лучшими на специализированных этапах стали:

Секция «Экология»

Горова Екатерина, МБОУ «СОШ № 103 г. Челябинска», 8 класс

Пигас Александр, МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска», 10 класс

Богданов Сергей, МБУДО «ЦДЭ г. Челябинска»/МАОУ «СОШ № 124 г. Челябинска»

