

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Луганский государственный уни-
верситет имени Владимира Даля»

Кафедра технологии производства и охраны труда

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам
по дисциплине

«Мониторинг среды обитания»

для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль «Безопасность технологических процессов и произ-
водств»

Луганск 2023

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим
советом*

ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля»
(протокол № ___ от _____ 2023 г.)

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «**Мониторинг среды обитания**» для студентов направления подготовки **Профессиональное обучение (по отраслям)**, профиль «Безопасность технологических процессов и производств». / Сост.: А.М. Иваненко, Е.Н. Шелемей. – **Стаханов**: ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2023. – 84 с.

Материал изложен в форме семи лабораторных работ, к каждой из которых приведены контрольные вопросы. Методические указания также содержат список литературы. Приведены общие сведения и порядок проведения работ, сформированы цели и представлена методика выполнения работ. В каждой работе есть вопросы для самостоятельного закрепления учебного материала. Предназначены для студентов направления подготовки **Профессиональное обучение (по отраслям)**, профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

Составители

ст. преп. Иваненко А.М.
асс. Шелемей Е.Н.

Ответственный за выпуск

доц. Черникова С.А.

Рецензент

доц. Петров А.Г.

© Иваненко А.М., Шелемей Е.Н., 2023

© ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля» 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	4
ЛАБОРАТОРНОЕ РАБОТА №1. АНАЛИЗ КОМПОНЕТОВ –ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ.....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ПРОБ ВОДЫ.....	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПО КИСЛОТНОСТИ.....	40
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПО СОЛЕВОМУ СОСТАВУ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ.....	54
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	64
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.....	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	81

ВЕДЕНИЕ

Потребность изучения антропогенного воздействия на экосистемы вызвана необходимостью создания эколого-теоретических основ и разработки практических мер по сохранению, восстановлению и использованию природной среды, принятия неотложных мер по регулированию отрицательного влияния промышленности на природные компоненты и комплексы. Управление взаимодействием общества и природы на основе познанных закономерностей этого процесса позволяет избежать значительных отрицательных изменений природной среды. Важнейшим инструментом получения информации о состоянии окружающей природной среды в настоящее время стал мониторинг среды обитания.

Дисциплина «Мониторинг среды обитания» нацелена на повышение уровня теоретических знаний в области информационного обеспечения предотвращения отрицательных последствий антропогенного воздействия на природную среду, взаимоотношения человека с окружающей средой и естественными экосистемами.

Методические указания содержит 7 лабораторных работ по дисциплине «Мониторинг среды обитания». К каждой лабораторной работе дано теоретическое введение, в котором кратко обоснованы основные понятия и закономерности, связанные с работой.

Выполнение лабораторных работ имеет большое значение для усвоения теоретического курса и получения необходимых практических навыков.

ЛАБОРАТОРНОЕ РАБОТА №1. АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ – ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы: Определить понятие «загрязнение». Рассмотреть классификацию загрязнений. Изучить действие основных загрязнителей.

В результате освоения темы происходит формирование компетенций: ПК-5: «Знанием требований защиты окружающей среды при выполнении строительного-монтажных, ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов», ПК-9: «способность осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности».

1.1 Теоретические сведения

Загрязнением называют поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергий (звуки, излучения), в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем.

Загрязнителем может быть любой физический агент, химическое вещество и биологический вид (главным образом микроорганизмы), подающие в окружающую среду или возникающие в ней в количествах, выходящих за рамки своей обычной концентрации – предельных естественных колебаний или среднего природного фона в рассматриваемое время.

Источники загрязнения разделяются по характеру поступления загрязняющих веществ в окружающую среду – локальные, точечные, площадные и линейные (неточечные).

Все промышленные источники выбросов и стоков точечные. Неточечные источники связаны с сельским хозяйством, химизацией, поверхностным стоком с загрязненных территорий и т.д.

Тяжесть воздействия загрязняющих веществ определяют три фактора.

Первый – их химическая природа, то есть насколько они активны и вредны для человека, растений и животных. Второй – концентрация, то есть содержание на единицу объема или массы воздуха, воды или почвы. Третий фактор – устойчивость, то есть продолжительность существования в воздухе, воде и почве.

По масштабам загрязнения подразделяются на локальные (вокруг промышленных предприятий, животноводческих комплексов, нефтебаз и пр.), региональные (в пределах области, бассейна региона, республики, государства), космические (в космическом пространстве – например отработанные ступени летательных аппаратов и пр.).

По характеру образования загрязнения подразделяются на природные и антропогенные.

По видам загрязнений выделяют: параметрическое (физическое) загрязнение среды, связанное с изменением качественных параметров окружающей среды.

К ним относят:

– тепловые, световые, шумовые, радиоактивные, электромагнитные загрязнения.

– ингредиентное (химическое) загрязнение, представляющее собой совокупность веществ, чуждых естественным биогеоценозам.

К ним относят:

– тяжелые металлы, пестициды, отдельные химические вещества и элементы, СПАВ, пластмассы.

– биологическое – загрязнителем являются не собственные экосистеме организмы. Этот вид загрязнения представлен болезнетворными микроорганизмами, вирусами, гельминтами, простейшими.

Загрязнения окружающей среды подразделяют на природные, вызванные какими-то естественными, обычно катастрофическими причинами (извержение вулкана, селевой поток и т.п.), и антропогенные, возникающие в результате деятельности людей.

Различают нестойкие антропогенные загрязнители, разрушаемые биологическими процессами и стойкие.

Загрязнители окружающей среды вызывают в организме человека различные биологические эффекты.

Раздражающее действие. Вещества вызывают острое или хроническое раздражение, а затем асептическое воспаление слизистых оболочек верхних дыхательных путей, конъюнктивы глаз, кожи.

Токсическое действие. Действие, вызывающее поражение, ткани печени, легких, почек, сердца. Такое вещество в токсикологии рассматривают в качестве яда.

Аллергенное действие. Вызывает сенсibilизацию организма и развитие аллергических болезней и состояний: аллергический дерматит, ринит, конъюнктивит, бронхиальную астму, отек Квинке, анафилактический шок.

Иммунодепрессивное действие приводит к снижению иммунитета, развитию вторичного иммунодефицита.

Тератогенное действие, приводящее к врожденному уродству (дефект конечностей, неба, врожденные пороки сердца и т. д.).

Эмбриотоксическое действие на организм плода при внутриутробном

развитии (вызывает гибель плода или болезни новорож-

денных детей - гипотрофия плода, гепатит, нарушение функции почек, дыхания и сердечно-сосудистой системы).

Мутагенное действие, вызывающее мутационные изменения в организме. Различают химический и радиационный мутагенез.

Физические загрязнения биосферы.

Тепловое загрязнение – характеризуется увеличением температуры выше естественного уровня. Тепловое загрязнение является результатом повышения температуры среды, возникающее при отводе воды от систем охлаждения в водные объекты, при выбросе потоков дымовых газов или воздуха.

Тепловое загрязнение водоемов приводит к последовательной смене видового состава биоценоза водорослей. Известны факты, когда сброс теплых вод создавал тепловой барьер для рыб на путях к нерестилищам. В естественных условиях при медленных повышениях или понижениях температур рыбы и другие водные организмы постепенно приспосабливаются к изменениям температуры окружающей среды. Но если в результате сброса в реки и озера горячих стоков с промышленных предприятий быстро устанавливается новый температурный режим, то времени для акклиматизации не хватает, живые организмы получают тепловой шок и погибают.

Световое загрязнение – осветление ночного неба искусственными источниками света, свет которых рассеивается в нижних слоях атмосферы. Иногда это явление также называют световым смогом. Основными источниками светового загрязнения являются крупные города и промышленные комплексы. Световое загрязнение создается уличным освещением, светящимися рекламными щитами или

прожекторами. В Европе многие дискотеки направляют мощные пучки света в ночное небо. Эффект осветления неба усиливается распространёнными в воздухе частицами пыли, так называемыми аэрозолями. Эти частицы дополнительно преломляют, отражают и рассеивают излучаемый свет.

Шумовое (акустическое) загрязнение – раздражающий шум антропогенного происхождения, нарушающий жизнедеятельность живых организмов и человека.

Шум – это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты (шелест, дребезжание, скрип, визг и т.п.). С физиологической точки зрения шум – это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук.

Воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание – шумовая болезнь.

Поражение нервной системы под действием шума сопровождается раздражительностью, ослаблением памяти, апатией, подавленным настроением, изменением кожной чувствительности и другими нарушениями, в частности замедляется скорость психических реакций, наступает расстройство сна и т. д. У работников умственного труда происходит снижение темпа работы, ее качества и производительности.

При действии шума очень высоких уровней (более 145 дБ) возможен разрыв барабанной перепонки. Профессиональный неврит слухового нерва (шумовая болезнь) чаще всего встречается у рабочих различных отраслей машиностроения, текстильной промышленности и проч. Случаи за-

болевания встречаются у лиц, работающих на ткацких станках, с рубильными, клепальными молотками, обслуживающих пресс штамповочное оборудование, у испытателей-мотористов и других профессиональных групп, длительно подвергающихся интенсивному шуму. По мнению ученых, шум сокращает продолжительность жизни человека в больших городах на 8 - 12 лет. Радиоактивные загрязнения. Одним из видов физического загрязнения является ионизирующее излучение. Воздействие ионизирующего излучения приводит к повреждению клеток человеческого организма двумя способами. Один из них наносит генетические повреждения, которые изменяют гены и хромосомы. Другой способ вызывает соматические повреждения: ожоги, выкидыши, гладкие катаракты, раковые заболевания костей, щитовидной и молочной желез, легких. Ионизирующее излучение вызывает острую и хроническую лучевую болезнь, тяжесть которой зависит от дозы. Ионизирующее излучение оказывает мощное мутагенное, эмбриотоксическое и тератогенное воздействие. При этом более чувствительны к нему высокоорганизованные организмы, в том числе человек, а наиболее устойчивыми являются микроорганизмы.

Громадный урон здоровью наносит загрязненность продуктов питания радиоактивными изотопами, причем особенно высокие концентрации могут быть в мясе, молоке, грибах.

Электромагнитные загрязнения.

Электромагнитное загрязнение возникает в результате изменений электромагнитных свойств среды. Опасное воздействие на работающих могут оказывать электромагнитные поля радиочастот (60 кГц-300 ГГц) и электрические поля промышленной частоты (50 Гц).

Источником электрических полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок (линии электропередач, электромагнитные поля от радиотелевизионных и радиолокационных станций, индукторы, конденсаторы термических установок, фидерные линии, генераторы, трансформаторы, электромагниты, соленоиды др.).

Длительное воздействие электрического поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Химические загрязнения биосферы.

Химические загрязнители могут вызывать острые отравления, хронические болезни, а также оказывать канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие.

Тяжелые металлы. В небольших количествах некоторые тяжелые металлы необходимы для жизнедеятельности человека. Среди них - медь, цинк, марганец, железо, кобальт, молибден и др. Однако увеличение их содержания выше нормы вызывает токсичный эффект и представляет угрозу для здоровья.

Тяжелые металлы способны накапливаться в растительных и животных тканях, оказывая токсичное воздействие. Наиболее опасные из них – ртуть, свинец, кадмий и мышьяк.

Отравление человека ртутью известно, как болезнь Минимато. Она впервые была обнаружена у японских рыбаков при потреблении рыбы из загрязненных ртутью водоемов. Клиническая картина связана с необратимыми изменениями

в нервной системе вплоть до летальных исходов.

Воздействие кадмия на организм приводит к нарушению работы почек и вызывает необратимые изменения в скелете. Кадмий представляет собой один из самых опасных токсикантов среды. Он опасен в любой форме – доза 30 – 40 мг может оказаться смертельной. Больше всего кадмия мы получаем с растительной пищей. Растения и грибы поглощают до 70 % кадмия из почвы и 30 % из воздуха. Самые ранние симптомы его – поражение почек, нервной системы, половых органов. Позднее возникают острые костные боли в спине и ногах. Типично также нарушение функции легких. Аккумуляцию кадмия в организме тормозит достаточное количество железа в крови, а большие дозы витамина Д действуют как противоядие при отравлении кадмием.

Свинец. Возможно отравление свинцом в быту при употреблении пищевых продуктов, хранящихся в посуде, покрытой изнутри свинцовой глазурью, а также при употреблении консервов, хранящихся в банках с добавлением свинца. Основным источником загрязнения среды свинцом является автотранспорт. Попадая в организм, свинец накапливается во многих органах и тканях, создавая депо: большая часть его откладывается в костях, вытесняя соли кальция из костной ткани. Кроме того, он депонируется в мышцах, печени, почках, селезенке, головном мозге, сердце и лимфатических узлах. Из депо свинец выделяется медленно, иногда в течение нескольких лет после прекращения контакта с ним. Для свинцовой интоксикации характерна так называемая «свинцовая колика», характеризующаяся резким спазмом сосудов, повышением артериального давления, спастико-атоническими явлениями в кишечнике, появлением судорожных припадков. Характерным также является развитие гипохромной анемии. Диоксины образуют-

ся из хлор- и фтор -производных ароматических углеводов, используемых при производстве бактерицидных и гербицидных препаратов. Диоксины практически не выводятся из почвы и водной среды. Они чрезвычайно токсичны для человека и животных даже в очень низких концентрациях. Вызывают поражение печени, почек, иммунной системы, обладают канцерогенным, тератогенным и мутагенным действием. Формальдегид выделяется из прессованных плит, используемых в конструкции настилов полов, шкафов и другой мебели. Обладает выраженным эмбриотоксическим действием, а также канцерогенным, тератогенным и мутагенным эффектами.

Бензапирен – содержится в загрязненном городском воздухе, выхлопных газах, сигаретном дыме. Является сильным канцерогеном.

При химических загрязнениях атмосферный путь поступления токсичных веществ в организм человека является ведущим, так как в течение суток он потребляет около 15...25 кг воздуха, 2,5...5 кг воды и 1,5...2,5 кг пищи.

Биологические загрязнения биосферы.

Под биологическим загрязнением понимают привнесение в окружающую среду (воду, атмосферу, почву, а также продукты питания) и размножение в ней микроорганизмов, вызывающих болезни человека или сельскохозяйственных животных. Биологическое загрязнение происходит, если в среду попадают необеззараженные сельскохозяйственные или бытовые стоки, содержащие органические вещества.

Биологическое загрязнение может быть: сознательным (интродукция растений и животных, применение биологического оружия) или случайным (занос сорных растений и вредных насекомых с импортируемой продукцией или заво-

зимой из других регионов: колорадский жук, амброзия многолетняя и др.).

К биологическим загрязнениям относятся патогенные (болезнетворные) микроорганизмы, вирусы, гельминты, простейшие. Эти организмы могут находиться в атмосфере, воде, почве, в теле других живых организмов, в том числе и в самом человеке. Биологические загрязнения среды способны вызвать у человека различные заболевания.

Наиболее опасны возбудители инфекционных заболеваний, поскольку оно может стать причиной опасных эпидемий. Часто источником инфекции является почва, в которой постоянно обитают возбудители столбняка, ботулизма, газовой гангрены, некоторых грибковых заболеваний. В организм человека они могут попасть при повреждении кожных покровов, с немытыми продуктами питания, при нарушении правил гигиены.

Известны многочисленные случаи, когда загрязненные источники воды стали причиной эпидемии холеры, брюшного тифа, дизентерии. В жарких странах широко распространены такие болезни, как амебиаз, шистосоматоз, эхинококкоз и другие, которые вызываются различными паразитами, попадающими в организм человека с водой.

Люди или домашние животные могут заражаться природно-очаговыми болезнями, попадая на территорию природного очага (чума, туляремия, сыпной тиф, клещевой энцефалит, малярия, сонная болезнь). Передача возбудителей от животных к животному и от животного к человеку происходит преимущественно через переносчиков, чаще всего насекомых и клещей. Такие болезни, как чума, орнитоз, передаются воздушно-капельным путем.

1.2 Порядок выполнения работы

1. Дайте характеристику основным загрязнителям окружающей среды.

Заполните таблицу 1.

Таблица 1.1 Характеристика видов загрязнения

Виды загрязнителей	Источники	Следствие
Механические		
Химические		
Биологические		
Энергетические		

2. Заполнить таблицу 1.2.

Таблица 1.2 Химические загрязнители и болезни человека

Металлы	Болезни (название)	Симптомы
Ртуть		
Свинец		
Мышьяк		
Кадмий		

3. Дайте характеристику биологическим эффектам действия загрязнителей

1.3 Содержание отчета

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Выполнить задания 1, 2, 3.
4. Выводы.

1.4 Контрольные вопросы

1. Что подразумевается под загрязнением?

2. По какому критерию классифицируются источники загрязнения?
3. Какие факторы определяют тяжесть воздействия загрязняющих веществ?
4. Чем характеризуется световое загрязнение?
5. Какие особенности шумового загрязнения?
6. Что представляет собой радиоактивное загрязнение?
7. В чем проявляется длительное воздействие электрического поля на организм человека?
8. В чем опасность загрязнения тяжелыми металлами?
9. Какие пути поступления токсичных веществ в организм человека?
10. В чем заключается случайное биологическое загрязнение?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы:

1. Закрепить теоретические знания по физическим свойствам воды и содержанию катионов и анионов в природной воде;
2. Экспериментально определить присутствие катионов железа в воде;
3. Ознакомиться с работой фотоэлектроколориметра ФЭК КФК-3-01;
4. Привить навыки построения градуированного графика (зависимости оптической плотности раствора соли железа от концентрации катионов);
5. Определить количественное содержание катионов железа в исследуемой пробе.

2.1 Теоретические сведения

Существование биосферы и человека было основано на использовании воды. Человечество постоянно стремилось к увеличению водопотребления, оказывая на гидросферу огромное влияние.

В процессе водопотребления происходит не только истощение поверхностных и подземных вод, но и их загрязнение.

Под загрязнением водоемов понимают снижение их биологических функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

При формировании химического состава природных вод принято классифицировать факторы воздействия на прямые

и косвенные, главные и второстепенные.

Прямыми называют факторы, которые оказывают непосредственное влияние на химический состав воды и связаны с химическим составом контактирующих с данной природной водой веществ (минералов, горных пород, почв и др.)

Косвенные факторы оказывают влияние на состав природных вод через посредство прямых факторов; к ним относятся температура, давление и т.п.

Главные факторы определяют содержание главных анионов и катионов (т.е. класс и тип воды по классификации О.А. Алекина).

Второстепенные факторы вызывают появление некоторых особенностей данной воды (цвета, запаха и др.), но не влияют на ее класс и тип.

По характеру воздействия на формирование состава природных вод все факторы делят на 5 групп:

- 1) физико-географические (рельеф, климат);
- 2) геологические (вид горных пород, гидрогеологические условия и т.п.);
- 3) биологические (деятельность живых организмов);
- 4) антропогенные (состав сточных вод, состав твердых отходов и т.п.);
- 5) физико-химические (химические свойства соединений, кислотно-основные и окислительно-восстановительные условия и др.).

Главные загрязнители вод

Загрязнитель – любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (главным образом микроорганизмы), поступающий в окружающую среду или возникающий в ней в количестве, выходящем за рамки обычного, и вызывающий загрязнение среды.

Установлено, что более 400 веществ могут вызвать загрязнение вод. В случае превышения допустимой нормы хотя бы по одному из трех показателей вредности: санитарно-токсикологическому, обще-санитарному или органолептическому, вода считается загрязненной.

Различают следующие загрязнители (табл. 2.1):

- химические;
- биологические;
- физические.

Таблица 2.1 Главные загрязнители вод

Химические загрязнители	Биологические загрязнители	Физические загрязнители
Кислоты Щелочи Соли	Вирусы Бактерии Другие болезнетворные организмы	Радиоактивные элементы Взвешенные твердые частицы
Нефть и нефтепродукты Пестициды	Водоросли	Тепло (цвет, запах и т.п.)
Диоксины Тяжелые металлы	Лигнины Дрожжевые и плесневые грибки	Органолептические Шлам
Фенолы Аммонийный и нитритный азот СПАВ		Песок Ил Глина

Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть органическим (фенолы, нафтенновые кислоты, пестициды и др.), неорганическим (соли, кислоты, щелочи), токсичным (соединения мышьяка, ртути, свинца, кадмия и т.п.) и нетоксичным.

При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок и т.п., однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического заражения подземных вод в сильно проницаемых грунтах может распространиться до 10 км и более.

Металлы в очень высокой степени вовлечены в антропогенную деятельность. Они отличаются настолько высокой технофильностью, что говорят о современной «металлизации» биосферы. Особое значение приобрела проблема загрязнения «тяжелыми металлами» (ТМ). К ним относятся более 40 химических элементов периодической системы с атомными массами выше 50 а.е.м. Иногда тяжелыми металлами называют элементы, имеющие плотность 7 – 8 г/см³. Однако, указанные критерии условны.

К группе «тяжелых металлов» относят железо, свинец, хром, марганец, кобальт, никель, германий, молибден, медь, цинк, таллий, теллур и др. Указанные элементы активно участвуют в биологических процессах, а многие из них входят в состав ферментов.

Железо относится к числу сидерофильных элементов (типичных металлов), имеющих химическое сродство к углероду (с образованием карбонатов), фосфору (фосфатов), сере и кремнию (сульфата, сульфиды, силикаты). При окислительном выветривании и почвообразовании в биосфере накапливаются минералы железа (III), преимущественно оксиды и гидроксиды. В почвах обнаружены многие минералы соединения железа (III) и железа (II).

Природные воды являются важнейшим компонентом окружающей среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом.

Основными показателями состояния поверхностных вод являются: объем стока, уровень воды, расход воды, температура воды, БПК (биохимическая потребность в кислороде), ХПК (химическая потребность в кислороде), сухой остаток, содержание хлоридов, сульфатов, азота нитритного, азота нитратного, нефтепродуктов, СПАВ, железа общего.

Для определения наличия железа в пробе могут быть использованы качественные реакции: взаимодействие с роданидом калия или образование комплексных соединений. Фотокolorиметрический метод позволяет проводить количественное определение содержания железа.

Фотокolorиметрические методы анализа.

Данные методы определения концентрации вещества основаны на сравнении поглощения или пропускания света стандартным и исследуемым окрашенным раствором.

При прохождении света через слой окрашенного вещества часть его отражается, часть поглощается, часть проходит через раствор.

Интенсивность падающего светового потока при прохождении через окрашенный раствор составляет

$$I_0 = I + I_{\text{п}} + I_{\text{от}}, \quad (2.1)$$

где I_0 – интенсивность падающего светового потока; I – интенсивность светового потока, прошедшего через раствор; $I_{\text{от}}$ – интенсивность отраженного светового потока; $I_{\text{п}}$ – интенсивность поглощенного потока.

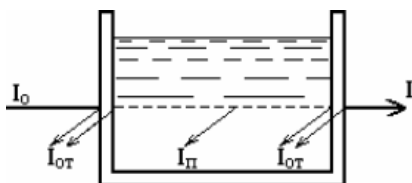


Рис. 1.1 Прохождение светового потока через окрашенный раствор

Связь между интенсивностями падающего светового потока I_0 и светового потока, прошедшего через слой окрашенного вещества I , устанавливается законом Бугера-Ламберта, согласно которому однородные слои одного и того же вещества одинаковой толщины поглощают одну и ту же долю падающей на них энергии:

$$I = I_0 e^{-al}, \quad (2.2)$$

Связь между концентрацией поглощающего раствора и его оптической плотностью $\lg \left(\frac{I}{I_0} \right)$ выражается законом Бера, согласно которому оптическая плотность раствора прямо пропорциональна концентрации растворенного вещества при постоянной толщине слоя:

$$l \frac{I_0}{I} = k_1 C \quad (2.3)$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности;

C – молярная концентрация растворенного вещества.

Основным законом светопоглощения является объединенный закон Ламберта-Бугера-Бера, устанавливающий зависимость интенсивности монохроматического светового потока, прошедшего через слой окрашенного вещества, от интенсивности падающего потока, концентрации окрашенного вещества и толщины слоя раствора:

$$I = I_0 * 10^{kCl} \quad (2.4)$$

где k – коэффициент поглощения, величина которого зависит от природы вещества;

C – концентрация;

l – толщина поглощающего слоя.

Если концентрация выражена в г·моль/л, а толщина слоя в см, то k называется

молярным коэффициентом поглощения (экстинции) и обозначается $\varepsilon \lambda$. При соблюдении основного закона свето-

поглощения оптическая плотность раствора D прямо пропорциональна концентрации поглощающего вещества, толщине слоя и молярному коэффициенту поглощения:

$$D = \varepsilon \lambda C l, \quad (2.5)$$

При графическом изображении зависимости оптической плотности от концентрации (при постоянной толщине слоя) получается прямая, проходящая через начало координат (при отсутствии поглощения света растворителем и систематических ошибок).

Молярный коэффициент поглощения D равен $\varepsilon \lambda$ при концентрации $C=1$ г·моль/л и толщине слоя (кюветы) $l = 1$ см, т.е. оптическая плотность 1 М раствора при толщине кюветы 1 см.

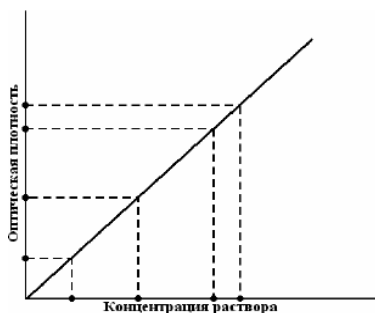


Рис. 1.2 Зависимость оптической плотности от концентрации раствора

Величина молярного коэффициента поглощения $\varepsilon \lambda$ зависит от длины волны проходящего света, температуры раствора и природы растворенного вещества и не зависит от толщины поглощающего слоя и концентрации растворенного вещества.

Молярный коэффициент поглощения отражает индивидуальные свойства соединений и является определяющей характеристикой.

Все окрашенные соединения характеризуются избирательным поглощением света. Молярный коэффициент поглощения и оптическая плотность раствора различны для разных длин волн света. Для полной характеристики окрашенных растворов пользуются спектрами поглощения (кривыми светопоглощения), т.е. строят график зависимости оптической плотности раствора или молярного коэффициента поглощения при различной длине волны.



Рис. 1.3 Внешний вид фотоколориметра КФК-3-01

Указанный прибор применяется для измерения оптической плотности и светопропускания растворов в области спектра 315...990 нм. В качестве источников света в приборе используют лампу накаливания, дающую сплошной спектр испускания в видимой области, и ртутно-кварцевую лампу с линейчатым спектром испускания в УФ и видимой областях.

2.2 Порядок выполнения работы

Включив питающее устройство в сеть переменного напряжения 220 В прогревают прибор в течение 20...30 мин. При работе с ртутно-кварцевой лампой усилитель прогревают при выключенной лампе, включая ее за 5 минут до начала измерений.

Подготовка фотометра к работе осуществляется в автоматическом режиме: - на верхнем индикаторе отображается символ завода-изготовителя "ОАО "ЗОМЗ", на нижнем - "ПРОГРЕВ ПРИБОРА" и показания таймера;

- по истечении 2,5 мин на верхнем индикаторе отображается надпись - шифр фотометра "КФК-3-01";

- по истечении 5 мин автоматически учитывается "нулевой отсчет", включается источник излучения; на верхнем индикаторе отображается значение длины волны в нм, на нижнем - надпись "ПРОГРЕВ ЛАМПЫ" и показания таймера; по истечении 10 мин фотометр выдает звуковой сигнал готовности к работе и на нижнем индикаторе отображается надпись "ГОТОВ К РАБОТЕ ВВЕДИТЕ РЕЖИМ". Фотометр готов к работе.

2.3 Экспериментальная часть

Посуда и приборы

1. ФЭК КФК-3-01.
2. Пробирки.
3. Мерные колбы на 50 см³ (6 шт).
- 4 Мерная колба на 1000 см³ (1 шт).
- 5 Мерные пипетки 10 – 20 см³.

Растворы и реактивы

1. Железоаммонийные квасцы (тв.).
2. Персульфат калия (тв.).
3. Раствор роданида калия (1%).
4. Раствор серной кислоты (2 М).

5. Раствор сульфосалициловой кислоты (0,01 М).

6. Ацетатный буфер.

7. Дистиллированная вода.

2.4 Методика выполнения

1. Качественное определение содержания железа.

В пробирку поместите 10 см^3 пробы, добавьте 2 – 4 капли HCl , несколько кристаллов персульфата калия $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и 4 – 5 капель раствора KCNS . Содержимое пробирки тщательно перемешайте.

Качественное и приблизительное содержание железа определите в соответствии с табл. 2.2.

Таблица 2.2 Определение приблизительного содержания железа

Окрашивание при рассмотрении с боку	Окрашивание при рассмотрении с верху	Содержание железа, мг/дм^3
окрашивания нет	окрашивания нет	$< 0,05$
едва заметное желтовато-розовое	очень слабое желтовато-розовое	0,1
очень слабое желтовато-розовое	слабое желтовато-розовое	0,25
слабое желтовато-розовое	светло желтовато-розовое	0,5
светло желтовато-розовое	желтовато-розовое	1
сильное желтовато-розовое	желтовато-красное	2
светло желтовато-розовое	ярко-красное	> 2

2. Количественное определение содержания железа

Приготовление рабочего раствора.

В качестве рабочего раствора используйте раствор $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (железоаммонийные квасцы) с концен-

трацией 0,1 мг железа в 1 см³. Для этого растворите 0,8636 г соли (х.ч.) в 25 см³ 2 М раствора серной кислоты, доведите объем до 1 дм³.

В мерную колбу на 50 см³ прилейте 1 см³ рабочего раствора, 30 см³ 0,01 М раствора сульфосалициловой кислоты, 5 см³ ацетатного буфера. Объем в мерной колбе доведите дистиллированной водой до метки (50 см³) и тщательно перемешайте.

Приготовление стандартных растворов

В мерные колбы (50 см³) мерной пипеткой отмерьте определенный объем рабочего раствора: 1 см³; 2 см³; 3 см³; 4 см³; 5 см³.

Объем в каждой мерной колбе доведите дистиллированной водой до метки (50 см³) и тщательно перемешайте.

Измерение оптической плотности

ФЭК-56 подготовьте к работе, предварительно прогрев лампы и прибор в течение 30 мин. Затем в кюветодержатель, расположенный справа, поместите две кюветы: с разбавленным раствором (1) и самым концентрированным раствором (2). В кюветодержатель, расположенный слева, можете поместить аналогичную кювету с водой или оставить пустым.

Предварительно подберите размер кюветы. Для определения содержания железа используйте кюветы объемом 3...5 см³.

Для подбора светофильтра снимите показания прибора по шкале, расположенной слева (черные цифры шкалы – % пропускания света, красные цифры – светопропускание А). На правой шкале пропускание должно быть установлено на 100 %.

При снятии показаний меняйте светофильтры (3 – 6), измеряя показания прибора. При снятии показаний в зеле-

ном индикаторе, расположенном в нижней части прибора, обе части должны сомкнуться без просветов (плавно перемещайте ручку до полного совмещения сторон). Измерив показания для разбавленного раствора, переместите кюветы, чтобы луч проходил через другой раствор. Полученные по шкале данные запишите в таблицу:

Таблица 2.3

Свето- фильтр	3	4	5	6	7
А (раствор 1)					
А (раствор 2)					

Выберите светофильтр, в котором значения светопропускания составляет 0,3 – 1.

Указанный светофильтр используйте для дальнейших измерений.

Построение градуировочного графика

С выбранным светофильтром фотометрируйте все стандартные растворы, начиная с самого разбавленного. Полученные результаты запишите в таблицу:

Таблица 2.4

С, мг/мл (концентрация)					
А					

С – концентрация раствора железа в данной пробе

А – поглощение.

По полученным экспериментальным данным постройте график зависимости А(С):

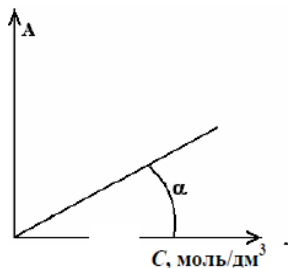


Рис. 1.4 Зависимость поглощения от концентрации раствора

Количественное определение содержания железа в исследуемой пробе

К исследуемой пробе прилейте 30 см³ раствора сульфосалициловой

кислоты и 5,0 см³ ацетатного буфера, доведите объем раствора до 50 см³ дистиллированной водой и тщательно перемешайте (в течение 10 мин.).

Приготовленный раствор фотометрируйте с выбранным светофильтром и кюветой.

По градуировочному графику определите концентрацию железа в исследуемой пробе. Общее содержание железа рассчитайте по формуле:

$$mFe = CVM, \quad (2.6)$$

где C – концентрация (моль/л);

V – объем пробы (л);

M – молярная (атомная) масса железа.

Вывод о пригодности воды

Делают вывод о пригодности воды, если ПДК Fe < 0,3 мг/дм³.

2.5 Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.

2. Краткие теоретические сведения.
3. Выполнить задания.
4. Выводы.

2.6 Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при проведении исследований?
2. Приведите характеристику гидросферы.
3. Укажите основные источники загрязнения гидросферы.
4. Приведите классификацию загрязнений гидросферы.
5. Малый и большой круговороты воды в природе.
6. Охарактеризуйте антропогенное влияние на гидросферу.
7. Методика качественного определения железа. Уравнения реакций.
8. Реактивы для количественного определения Fe^{3+} в воде.
9. Приготовление стандартных растворов для фотометрирования.
10. Построение градуировочного графика.
11. Методика проведения фотометрирования растворов Fe^{3+} .
12. Выбор светофильтра для определения Fe^{3+} в пробе.
13. Определение концентрации Fe^{3+} в пробе по градуировочному графику.
14. Расчеты определения массы железа в пробе.
15. Очистка воды от солей Fe^{3+} .
16. Проблема пресной воды.
17. Влияние загрязнения гидросферы на здоровье населения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ПРОБ ВОДЫ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы:

1. Освоить технику подготовки к анализу и анализа проб воды;
2. Определить органолептические показатели состава воды (цвет, цветность, мутность, запах);
3. Сделать вывод о качестве исследуемых проб воды.

3.1 Теоретические сведения

Вода – важнейший компонент любой экосистемы. Состав и свойства воды прямо или косвенно влияют на экологическое состояние всех природных объектов, т.к. совершая круговорот, природная вода участвует во многих химических и физических процессах живой и неживой природы. Высокая растворяющая способность воды приводит к ее загрязнению опасными для жизнедеятельности организма твердыми, жидкими и газообразными веществами. В организме человека массовая доля воды равна 70%. Потеря организмом более 10% воды может привести к смерти. Без воды человек может прожить только три дня, в то время как без пищи – 30...50 дней. С водой в организм поступают химические соединения (и необходимые, и вредные), водная среда служит для осуществления процессов очищения организма от шлаков, регуляции температуры тела, транспортной работы крови и поддержки кислотно-основного равновесия в организме.

Состав воды отражает экологическое состояние не толь-

ко самого водного объекта, но и свидетельствует об экологическом благополучии контактирующих с водой почв, атмосферного воздуха. По результатам химического анализа вод и водных вытяжек почв и горных пород делается заключение о степени антропогенного влияния на территорию.

По статистическим данным, при анализе качества воды 23% всех определений состоит в оценке органолептических свойств воды, в 21% случаев оценивается мутность и взвешенные вещества, 21% определений заключается в установлении таких общих показателей, как жесткость, солесодержание, ХПК, ВПК, объектом 29% определений являются неорганические вещества, и только 4% от всего количества анализов воды касается определения отдельных органических веществ.

Большой объем работы по определению качества питьевой воды выполняется службами Госсанэпиднадзора. Неблагоприятными последствиями для здоровья людей при употреблении недоброкачественной воды обусловлены микробиологическим и химическим загрязнением. Химические поллютанты не вызывают (кроме исключительных случаев катастрофических сбросов) вспышек острых отравлений или заболеваний, как это происходит при микробном загрязнении воды. Однако при длительном использовании воды с повышенными концентрациями некоторых химических элементов, входящих в состав минеральных веществ, и большого ряда органических соединений оказывают неблагоприятный эффект на здоровье. С этим связана необходимость тщательного и постоянного контроля качества воды.

Повышенная кислотность водоема приводит к нарушению баланса химических элементов донных отложений, приводит к увеличению содержания в воде подвижного

иона алюминия и уменьшению количества ионов кальция, необходимого для размножения и развития обитателей водоемов. При недостатке кальция иона, разрушается скелет рыб, нарушается образование оболочки икры и т.д. Уменьшение рН нарушает баланс питания, как как необходимые для развития планктона (основы питания особей подводного мира) фосфаты становятся недоступными, соединяясь с алюминием.

Гибель водных организмов приводит к развитию гнилостных процессов, осуществляемых анаэробными микроорганизмами. Происходит накопление токсичных аммиака, метана, сероводорода и фосфина. В результате этого в водоеме появляется гнилостный запах, происходит разрастание сине-зеленых водорослей, и вода становится непригодной ни для жизни водных организмов, ни для употребления в пищу человеком.

Анализ природных вод на содержание загрязняющих веществ проводится в специализированных аккредитованных лабораториях, принадлежащих разным ведомствам (Госсанэпиднадзор, Геомониторинг, Росводоканал, природоохранные органы). При этом используют специально разработанные и утвержденные методические указания по определению того или иного вещества (алгоритмы или прописи порядка проведения анализа с указанием измерительных приборов и оборудования). Вывод о качестве воды делается на основании сравнения полученных результатов с нормативными значениями (ПДК).

Так, например, в стандартах качества питьевой воды РФ содержание (С) некоторых ионов и веществ ограничивается следующими значениями: $C(P_{\text{общее}}) = 0,3$ мг/л; $C(NO_2) = 3$ мг/л; $C(NO_3^-) = 45$ мг/л; $C(SO_4) = 500$ мг/л; $C(NH_4^+) = 2$ мг/л; $C(Cl^-) = 350$ мг/л; $C(Al) = 0,5$ мг/л; $pH = 6...9$;

$C(\text{фенола}) = 0,001 \text{ мг/л.}$

Природная вода никогда не бывает идеально чистой. Она всегда содержит растворенные вещества. Компонентами макросостава являются следующие катионы и анионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- . В воде могут присутствовать также NH_4^+ , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mn^{4+} , H_4SiO_4 (SiO_3 , HSiCV), PO_4^{3-} , NCV , NO_2^- и другие частицы, но уже в гораздо меньших количествах, если вода не загрязнена. Родниковая, речная, озерная и неглубоко залегающая подземная вода, как правило, содержит менее 1000 мг/л растворенных минеральных солей, что соответствует пресным водам. При более высоком солесодержании вода считается минеральной.

3.2 Экспериментальная часть

Посуда и приборы

1. Термометр.
2. Колбы конические вместимостью 250 мл с пробками.
3. Пробирка высотой 15-20 см.
4. Шкала миллиметровая или линейка.
5. Принадлежности для записей.
6. Цилиндр вместимостью 50 мл.

Первичная оценка состояния водоема проводится на основании внешнего осмотра, измерения температуры, оценки органолептических показателей. Определение температуры в нескольких точках, отстоящих друг от друга на несколько сот метров, позволяет установить тепловое загрязнение водоема. Внимательным осмотром можно выявить выпадающие в водоем потоки из ручьев, сточных канав.

Органолептические характеристики воды (цвет, мутность, прозрачность, запах) определяются с помощью орга-

нов чувств: зрения, обоняния. Эти показатели, несмотря на простоту определения, могут охарактеризовать наличие в воде тех или иных загрязнителей. К примеру, сероводородный запах говорит о наличии сульфидов; цвет воды обычно зависит от содержания в воде солей железа и гуминовых кислот.

Мутность природных вод характеризует присутствие тонкодисперсных примесей (нерастворимые или коллоидные неорганические и органические вещества). Причиной мутности поверхностных вод являются ил, кремневая кислота, гидроксиды железа и алюминия, органические коллоиды, планктон, микроорганизмы. Грунтовые воды могут содержать органические вещества, проникшие со сточными водами, и минеральные труднорастворимые вещества естественного происхождения.

Повышенную мутность могут иметь очищенные воды, если после введения коагулянтов осветление прошло неэффективно. В зависимости от особенностей водоисточника (гидрогеологические условия, биологическая обстановка, степень антропогенного воздействия, температура, рН, химический состав содержащихся в воде веществ) величина мутности может меняться в широких пределах. Результаты определения мутности на качественном уровне описываются следующим образом: слабая опалесценция, опалесценция, слабая муть, заметная муть, сильная муть. Количественное определение мутности проводят турбидиметрическим методом, т.е. по ослаблению интенсивности луча света, проходящего через пробу, и сравнения результатов измерений со стандартными суспензиями коалина или формазина. Такой анализ позволяет оценить свойства вод, имеющих переменчивый состав и формы нахождения мелкодисперсных примесей.

3.3 Методика выполнения

1. Отбор проб.

Взятие пробы воды осуществляется из открытых водоемов с глубины около 50 см. Воду для анализа отбирают в чистую посуду с пробкой, споласкивают исследуемой водой, а затем наполняют на указанной глубине. Желательно такие пробы использовать не позднее 12 часов после отбора или хранить при низкой температуре (для уменьшения развития микроорганизмов).

2. Опыт № 1: Определение температуры.

Погрузите термометр непосредственно в воду водоемисточника так, чтобы он был погружен не менее чем на 1/3 шкалы. Измерения производите не менее чем через 5 мин, не вынимая термометр из воды. Описанным способом определите температуру в нескольких точках, по согласованию с преподавателем. Особое внимание обратите на места впадения в водоем ручьев и других притоков. Результаты занесите в табл. 3.1.

3. Опыт № 2: Определение запаха.

Определение запаха принято проводить при 20 и 60 °С. Заполните колбу водой примерно на 1/3 объема (это около 100 мл) и закройте пробкой. Встряхните колбу, откройте пробку и, не вдыхая глубоко, оцените характер и интенсивность запаха. Если запах сразу не ощущается или не отчетлив, то следует подержать колбу в горячей воде для повышения температуры пробы до 60 °С и повторить измерение. Запах может быть естественного или искусственного происхождения: землистый, сероводородный, болотный, травянистый, гнилостный, железистый, хлорный, бензиновый, резиновый и т.д. Интенсивность запаха определите по 5-ти балльной шкале (табл. 3.1). Результаты занесите в табл. 3.1.

Таблица 3.1 Определение интенсивности запаха

Бальная оценка	Интенсивность запаха	Характер проявления запаха
0	Нет	Запах не ощущается
1	Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но едва заметен при нагревании
2	Слабая	Запах ощущается, если на это обратить внимание
3	Заметная	Устойчивый запах, вызывает неодобрительный отзыв о воде
4	Отчетливая	Сильный запах, заставляет воздержаться от питья
5	Очень сильная	Запах настолько сильный, что сразу вызывает неодобрительный отзыв. Вода непригодная для питья

4. Опыт № 3: Определение цвета воды.

Если вода мутная, то перед анализом отфильтруйте ее. Заполните пробирку водой до высоты 10...12 см. Для сравнения в другую пробирку налейте дистиллированную воду. На белом фоне при достаточном боковом освещении рассмотрите обе пробирки. Оцените наблюдаемый оттенок воды:

слабо-желтоватый;
 светло-желтоватый,
 желтый, интенсивно-желтый, светло-коричневый, красно-коричневый и т.д.

Результаты занесите в табл. 3.2.

5. Опыт № 4: Определение прозрачности воды.

Прозрачность (светопропускание) природных вод связано с их цветом и мутностью. Условно воду можно оценить, как прозрачную, слабо опалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Мерой про-

зрачности является высота (см) водяного столба, сквозь который можно еще наблюдать белую пластину определенных размеров или прочесть шрифт определенного типа.

В стеклянный цилиндр с плоским дном поместите исследуемую воду так, чтобы высота столба была около 10 см. Рассматривая воду сверху на темном фоне, определите мутность (слабо опалесцирующая, опалесцирующая, слегка мутная, мутная, сильно мутная). Возьмите стандартный шрифт, поместите под дно цилиндра и установите высоту столба воды в см, через который еще видны буквы. Результаты занесите в табл. 3.2.

Полученные экспериментальные данные по анализу органолептических свойств воды оформите в виде табл. 3.2.

Таблица 3.2

Показатель	Единицы измерения	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4
Температура					
Запах					
Цвет					
Прозрачность					
Примечания					

3.4 Выводы

Образец вывода: Проанализированы пробы по органолептическим показателям (цветность, мутность, запах). К числу самых загрязненных проб следует отнести:

Большинство проб имеет запах, исключение: пробы....

3.5 Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.

3. Выполнить задания.

4. Выводы.

3.6 Контрольные вопросы

1. В чем уникальность воды как растворителя?

2. Приведите примеры последствий загрязнения природных водоемов.

3. Расшифруйте термин «грязная дюжина».

4. Перечислите механизмы самоочищения водоемов.

5. Укажите источники загрязнения водоемов

6. Проблема чистой пресной воды

7. Влияние загрязнений гидросферы на здоровье населения.

8. Приведите классификацию методов для определения эпидемической безопасности воды.

9. По каким параметрам анализируют воду природных источников и стоки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПО КИСЛОТНОСТИ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы:

1. Провести отбор проб почвы на различных земельных участках;
2. Определить рН водной вытяжки почвы и сделать вывод об актуальной кислотности
3. Приготовить солевую вытяжку из почвы, определить ее рН и сделать вывод о потенциальной кислотности почв;
4. Привить навыки работы на рН – метре;
5. Закрепить знания о видах кислотности и щелочности почв, путях их возникновения и способах устранения.

4.1 Теоретические сведения

Кислотность почвы – важный экологический фактор, определяющий условия жизнедеятельности почвенных организмов и высших растений, а также подвижность загрязнителей в почве (в первую очередь металлов).

На рост растений оказывает значительное влияние реакция почвенного раствора (рН), связанная с содержанием в почве кислот или щелочей, которая сильно зависит от состава ионов, входящих в почвенный поглощающий комплекс (ППК). Диапазон кислотно-основных условий почвенного покрова широк. Выделено множество классов почв от сильнокислых (рН 3...4) до сильнощелочных (рН 8...9). Более 50 % почв России отличается повышенной кислотностью. Кислая реакция в некоторых случаях встречается в подзолистых, серых лесных почвах, красноземах, желтозе-

мах, торфяно-болотных почвах.

Щелочная реакция обычна для почв сухих степей, полупустынь и пустынь (каштановые, солонцеватые, сероземы, серо-бурые). Нейтральная и щелочная реакции характерны для черноземов, почв на известняках.

Почвенный раствор – раствор химических веществ в воде, который находится в квазиравновесии с твердыми и газообразной фазами почвы.

Почвенный раствор можно рассматривать как гомогенную жидкую фазу, имеющую переменный состав. На формирование состава почвенного раствора влияют атмосферные осадки, состав грунтовых вод, водный режим почв, климат, растительность. Состав почвенного раствора зависит от его взаимодействия с твердыми фазами в результате процессов осаждения-растворения, сорбции-десорбции, ионного обмена, комплексообразования, растворения газов почвенного воздуха, разложения животных и растительных остатков. Количественными характеристиками состава и свойств почвенного раствора служат ионная сила, минерализованность, электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал, титруемая кислотность (щелочность), активности и концентрации ионов, рН. Химические элементы могут находиться в составе почвенного раствора в форме свободных ионов, аквакомплексов, гидроксокомплексов, комплексов с органическими и неорганическими лигандами, в виде ионных пар и других ассоциатов.

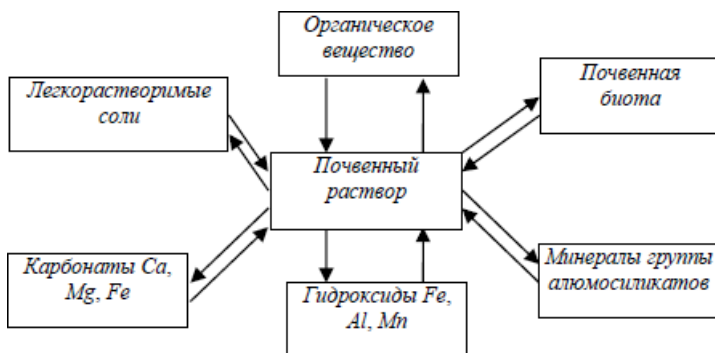


Рис. 4.1 Почвенный раствор

Методы выделения почвенного раствора затруднительны и несовершенны. В сравнительно неизменном виде его можно выделить:

- давлением сжатого газа;
- прессом;
- замещением различными жидкостями (этиловым спиртом);
- центробежной силой.

Практически применяются второй и третий методы. Это первая группа методов.

Вторая группа методов включает лизиметрические методы, когда собирают просачивающуюся через почву атмосферную влагу в специальном приемнике.

Третья группа включает методы выделения почвенного раствора водой. Чаще применяют водные вытяжки при соотношении почва вода = 1 к 5.

Четвертая группа включает в себя ионометрические методы, позволяющие определить в полевых условиях рН, электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал, активность ионов Ca_2^+ , Na^+ , Mg_2^+ , NO_3^- и других, используя селективные электроды.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) – совокупность органических, минеральных и органно-минеральных коллоидов и тончайших частиц ила, способных к поглощению и обмену ионов. В большинстве почв преобладают минеральные коллоиды. К ним относятся глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит, галлуазит, гидрослюда, иллит, вермикулит и другие); гидроксиды железа ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, H_2O), алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2O), марганца (Mn_2O_3 , H_2O); кремния (SiO_2 , H_2O) и их комплексные соли-коагелы. К органическим относятся аморфные гумусовые вещества, некоторые полисахариды, и клетки наиболее мелких бактерий. Органоминеральные коллоиды представлены сложными образованиями гумусовых веществ с минеральными коллоидами.

Основное свойство коллоидов – способность к поглощению веществ из растворов как в виде молекул, так и в виде ионов. Поглощенные из растворов вещества могут обмениваться на другие, находящиеся в растворе. Это свойство определяется высокой реакционной способностью, обусловленной большой суммарной и удельной поверхностью коллоидов, которая тем больше, чем выше дисперсность коллоидов. Если в почве содержится 10% коллоидных частиц, то сумма их поверхности на площади 1 га составит 70 тыс. га. С увеличением суммарной поверхности растет суммарная поверхностная энергия и возрастает химическая активность коллоидов. Удельная поверхность выше в суглинистых почвах, чем в песках и супесях, и выше в гумусовом горизонте, чем в нижележащем. Удельная поверхность коллоидов в гумусовых горизонтах суглинистых дерново-подзолистых почв составляет $29 \text{ м}^2/\text{г}$, серых лесных – $33 \text{ м}^2/\text{г}$, черноземах – $48 \text{ м}^2/\text{г}$.

Поглощение ионов обусловлено наличием заряда, который возникает в результате следующих процессов: механи-

ческое разрушение решетки минералов и разрыв связей между ионами; гетеровалентное изоморфное замещение (например, замещение в структуре Si_4^+ на Al_3^+ , а Al_3^+ на Fe_2^+ , Mg_2^+); адсорбция ионов на поверхности ППК; диссоциация ионов ППК (например, протонов из гидроксогрупп алюмосиликатов, а также из карбоксильных групп и фенольных гидроксогрупп органических веществ); ориентация полярных молекул вблизи поверхности раздела твердой и жидкой фаз.

В связи с тем, что в естественных условиях ППК имеет отрицательный заряд, поглощаются преимущественно катионы. Положительный заряд в ППК возникает на поверхности гидроксидов железа и алюминия, за счет амино-групп органических веществ. Компенсируется положительный заряд ППК поглощением анионов. Количество поглощенных веществ, прочность их удерживания зависят от свойств ППК (дисперсность, минералогический состав, состав органических и органно-минеральных веществ), от кислотно-основных и окислительно-восстановительных условий, от свойств поглощаемых химических веществ.

Главная функция ППК – участие в обменных реакциях с загрязняющими веществами, поступающими в почву. Реакции обмена с этими веществами протекают в эквивалентных количествах и обратимы, если не сопровождаются хемосорбцией. Скорость и соотношение обменивающихся ионов зависят от валентности ионов загрязняющих веществ в растворе, их радиуса, концентрации. С повышением pH увеличивается поглощение катионов Cd, Pb, Zn, Hg и других, уменьшение pH ведет к большему поглощению As, Se, Sb, Mo. Результаты вегетационных и полевых опытов, исследование почв техногенно-нарушенных территорий показывают, что при одном и том же уровне содержания в поч-

вах тяжелых металлов признаки угнетения растений в наибольшей степени проявляются на тех почвах, где ППК имеет мало активных центров, способных к обменным реакциям с металлами, где низка емкость катионного обмена (ЕКО). Почвы с ЕКО меньше 20 мг*экв/100 г наиболее подвержены загрязнению тяжелыми металлами, пестицидами и другими химическими веществами; при ЕКО выше 50 мг*экв/100 г почвы более устойчивы к загрязнению. Защитные функции ППК проявляются в способности обменных катионов за счет ионообменных реакций нейтрализовать кислые осадки и ограничить миграцию тяжелых металлов.

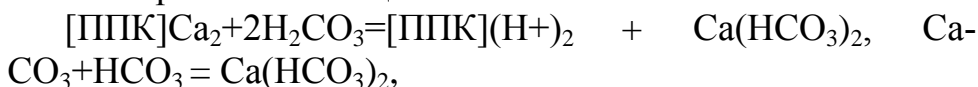
Кислотность почв.

Носителем кислотности могут быть почвенный раствор и почвенные коллоиды. Кислотность делится на два вида: актуальную (активную) и потенциальную (скрытую), которая, в свою очередь, подразделяется на обменную и гидролитическую.

Актуальная кислотность – кислотность почвенного раствора (водной вытяжки). Характеризуется двумя показателями: активностью ионов H^+ (рН) и содержанием кислотных компонентов (количество кислотности). рН определяют потенциометрически со стеклянным электродом непосредственно в почвенном растворе. Количество кислотности находят путем титрования почвенных растворов или водных вытяжек щелочью.

На величину рН почвенного раствора влияют свободные органические кислоты: винная, щавелевая, лимонная, муравьиная, масляная, коричная, уксусная, фульвокислоты и другие, что связано с высокой степенью их диссоциации. Из минеральных кислот большое значение имеет угольная кислота, которая диссоциирует на ионы H^+ и HCO_3^- , на ее количество влияет растворение в почвенном растворе CO_2 .

Величина рН почвенного раствора зависит от парциального давления CO_2 в почвенном воздухе, степени диссоциации, образующейся H_2CO_3 , наличием кислых солей и общей ионной силы раствора. Только за счет CO_2 величина рН может снизиться до 4...5. На значение актуальной кислотности может повлиять состав твердых фаз почвы, что связано с диссоциацией и обменом катионов ППК. Если почва насыщена катионами кальция и магния и в ней появляются карбонаты этих металлов, то в почве образуются растворимые бикарбонаты кальция и магния:



Реакция рН в этом случае устанавливается в пределах 7...8, т.е. близка к нейтральной или щелочной среде. Эта реакция характерна для обыкновенных и мощных черноземов.

Классификация почв по уровням актуальной кислотности почвы следующая (табл.4.1).

Таблица 4.1

Сильнокислые	рН 3-4	Слабощелочные	рН 7-8
Кислые	рН 4-5	Щелочные	рН 8-9
Слабокислые	рН 5-6	Сильнощелочные	рН 9-11
Нейтральные	рН 7		

Актуальная кислотность почв, имеющих $\text{pH} < 7$, под действием кислых дождей снижается на 1...2 единицы. Избыточная кислотность токсична для многих растений и микроорганизмов. Для большинства культурных растений оптимум рН почвенного раствора находится в пределах 5,5...7,0, и только люпин, чайный куст и некоторые другие предпочитают кислую реакцию. Оптимальные значения рН почвы для выращивания основных сельскохозяйственных культур приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 Оптимальные значения рН почвы для некоторых растений

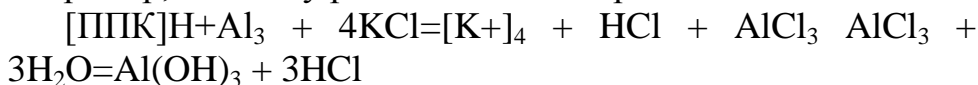
Растение	рН	Растение	рН
овес	5,0...7,7	картофель	5,0...5,5
рожь озимая	5,5...7,5	сахарная свекла	7,0...7,5
пшеница яровая	6,0...7,5	люцерна	7,0...8,0
пшеница озимая	6,3...7,6	клевер	6,0...7,0
ячмень	6,8...7,5	донник	6,5 и более
кукуруза	6,0...7,0	люпин	4,5...6,0
просо	5,5...7,5	тимофеевка	5,6 и более
гречиха	4,7...7,5	капуста	6,7...7,4
горох	6,0...7,0	свекла столовая	6,8...7,5
soя	6,5...7,1	томаты	6,3...6,7
горчица	около 7	редис, репа	5,5 и более
лен	5,9...6,5	морковь	5,5...7,0
подсолнечник	6,0...6,8	огурцы	6,0...7,9
конопля	7,1...7,4	салат	6,0...7,0
чай	4,8...6,2	хлопчатник	6,5...9,0

Прямое отрицательное действие кислотности ведет к повреждению корневой системы растений, нарушению обмена веществ между растением и средой. Уменьшение рН почвенного раствора вызывает увеличение подвижности Al, Mn, Fe, Cu, Zn, что обуславливает снижение активности ферментов и ухудшение свойств протоплазмы растений. Для устранения избыточной кислотности в почвы вносят известь, органические удобрения, гипс, силикатные и фосфорные удобрения.

Потенциальная кислотность—кислотность твердой фазы

почвы, проявляющаяся только при взаимодействии почвы с солевыми растворами.

Обменная кислотность обусловлена наличием в ППК, в поглощенном состоянии ионов водорода и алюминия, способных обмениваться на катионы нейтральных солей, например, KCl. Эту реакцию можно представить так:



Многие исследователи считают, что соотношения между обменными H^+ и Al_3^+ зависят от генезиса почв, состава ППК. В почвах, богатых органическим веществом, обменная кислотность обусловлена H^+ , а бедные гумусом минеральные почвы содержат преимущественно обменный Al_3^+ .

У почв с повышенной обменной кислотностью неблагоприятные агрономические свойства, которые могут быть улучшены известкованием и внесением органических удобрений.

Обменная кислотность регулирует реакцию почвенного раствора. Она подкисляет нейтральный почвенный раствор или увеличивает актуальную кислотность благодаря взаимодействию твердой фазы почвы с катионами растворимых солей.

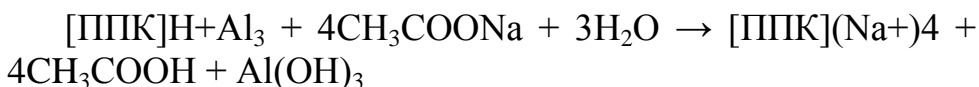
Проявляется при загрязнении почв растворимыми солями промышленного или сельскохозяйственного происхождения. При этом H^+ вытесняется из ППК. Особенно токсичен Al_3^+ , переходящий в раствор в результате обменных реакций. В связи с этим уровень обменной кислотности подлежит обязательному контролю при почвенном мониторинге и характеристике загрязненных почв.

Обменная кислотность наиболее ярко выражена в подзолистых и красноземных почвах (рН 3...4).

Она не проявляется или слабо проявляется в оподзолен-

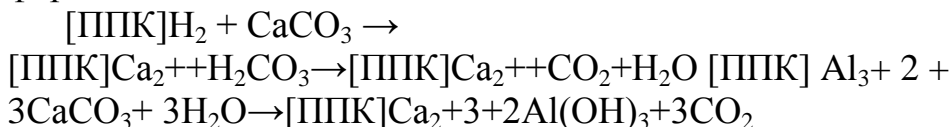
ных и выщелоченных черноземах, а в почвах с нейтральной или щелочной реакцией не обнаруживается и не определяется.

Гидролитическая кислотность определяется наличием в почве поглощенных ионов H^+ и Al_3^+ , способных обмениваться на катионы гидролитически щелочных солей. Для ее определения используют 1 М раствор CH_3COONa с $pH = 8,2$. Катионы натрия вытесняют из ППК водород и алюминий по схеме:



Поскольку при однократной обработке раствором вся гидролитическая кислотность не извлекается, в расчеты вводят коэффициент 1,75 на неполноту вытеснения. В этом случае определяется вся кислотность почвы как актуальная, так и потенциальная, поэтому уровень гидролитической кислотности значительно больше обменной.

Гидролитическая кислотность является первой формой кислотности, появляющейся при обеднении почвы основаниями. Собственно, она (при отсутствии обменной) не вредна для растений, но важна для установления доз извести при известковании. Обычно к почве добавляют карбонат кальция (известь), который нейтрализует различные формы кислотности:



Дозы извести рассчитывают по величине pH солевой вытяжки с учетом грануметрического состава почв.

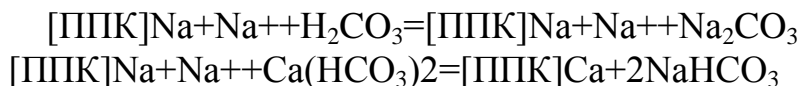
Щелочность почв

Различают актуальную и потенциальную щелочность. Актуальная щелочность обусловлена наличием в почвен-

ном растворе гидrolитических щелочных солей: карбонатов и гидрокарбонатов калия и натрия, кальция и магния. Кроме того, причиной ее может быть присутствие боратов, фосфатов, сульфидов, силикатов и солей некоторых органических кислот, преимущественно гуматов. Большой вклад в формирование щелочности вносит карбонатно-кальциевая система $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$. Карбонат кальция присутствует в твердой части почвы, вода в почве имеется почти всегда (за исключением сильных засух), а CO_2 всегда есть в почвенном воздухе.

Почвенный раствор такой системы содержит разные количества Ca^{2+} , CO_3 , H^+ , HCO_3 , и величина pH регулируется, по сути, только парциальным давлением CO_2 . Эта система работает до тех пор, пока в твердой части почвы присутствует CaCO_3 , и обуславливает величины pH почвенных суспензий до 7,5...10,0 в зависимости от парциального давления CO_2 в почвенном воздухе.

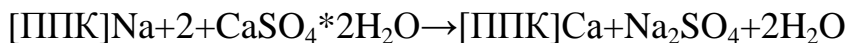
Потенциальная щелочность обусловлена наличием поглощенного натрия и проявляется при взаимодействии с угольной кислотой:



Как и кислотность, щелочность почв выражается в миллиэквивалентах на 100 г почвы и ее принято оценивать по значению актуальной кислотности, которая определяется в водной вытяжке.

Щелочная реакция неблагоприятна для большинства растений, а почвы приобретают неблагоприятные физические и химические свойства. При pH 9 ... 10 они отличаются вязкостью и липкостью, во влажном состоянии – расплываются, теряют структурность, а затем при высыхании сливаются в плотные, очень прочные глыбы, которые часто

не поддаются действию плуга. Таковы солонцы, каштановые, бурые, засоленные почвы. Устраняют щелочность гипсованием. При гипсовании происходит реакция вытеснения поглощенного натрия, обуславливающего неблагоприятные физические и химические свойства таких почв, и замещение его на катион кальция:



Образующийся Na_2SO_4 удаляют из почвенной толщи путем промывок. Насыщенная кальцием почва приобретает благоприятные физические свойства: структурность, водопроницаемость и водоудерживающую способность, достаточную пористость; улучшаются и химические свойства – снижается рН, удаляется токсичный для растений ион Na^+ , уменьшается щелочность.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Посуда и приборы

1. Весы аналитические.
2. Весы технические.
3. Весы технические.
4. рН-метр.
5. Центрифуга
6. Конические колбы вместимостью 250 см^3 (2 шт.).
7. Мерный цилиндр вместимостью 100 см^3 (2 шт.).
8. Образцы почв.
9. Фильтровальная бумага.
10. Химический стакан вместимостью 50 см^3 (2 шт.).

Реактивы и растворы

1. Стандарт-титры 4,01; 6,86; 9,81.
2. Раствор КОН (100 г/дм^3).
3. Раствор HCl (10 %).
4. Раствор KCl (1 н.).

Опыт 1: Приготовление водной вытяжки из почвы

Пробу воздушно-сухой почвы массой 30 г, взвешенную на аналитических весах с погрешностью не более 0,1 г, поместите в коническую колбу. К пробе прилейте мерным цилиндром 150 см³ дистиллированной воды, не содержащей углекислоты, закройте пробкой. Перемешайте в течение 3 мин в центрифуге и оставьте на 5 мин для отстаивания.

Опыт 2: Измерение рН водной вытяжки

Почвенную суспензию объемом 15...20 см³, полученную в опыте 1, перелейте в химический стакан и измерьте рН. Показания рН-метра считывайте не раньше, чем через 1,5 мин после погружения электродов в измеряемую среду, после прекращения дрейфа рН-метра.

Опыт 3: Приготовление солевой вытяжки из почв

Пробу воздушно-сухой почвы массой 30 г, взвешенную на аналитических весах с погрешностью не более 0.1 г, поместите в коническую колбу. К пробе прилейте мерным цилиндром 75 см³ 1 н. раствора KCl₃, закройте пробкой и перемешайте в течение 1 мин.

Опыт 4: Измерение рН солевой вытяжки

Почвенную суспензию объемом 15...20 см³, полученную в опыте 3, перелейте в химический стакан и измерьте рН. Показания рН-метра считывайте не ранее чем через 1 мин после погружения электродов в суспензию.

Занесите полученные результаты в таблицу 4.3

Таблица 4.3

№ пробы	Место отбора пробы	рН водной вытяжки	рН солевой вытяжки

5. Выводы

Образец вывода: В результате лабораторной работы определено: рН водной вытяжки почвы (рН = _____), рН

солевой вытяжки почвы ($pH = \underline{\hspace{2cm}}$). Изученный образец почвы пригоден (непригоден) для выращивания следующих сельскохозяйственных культур ($\underline{\hspace{4cm}}$), нуждается (не нуждается) в проведении мелиоративных работ.

Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания.
4. Выводы

Контрольные вопросы

1. Что такое почвенный раствор?
2. Какие существуют методы выделения почвенного раствора?
3. Что представляет собой ППК?
4. В чем проявляются защитные функции ППК?
5. Что такое актуальная кислотность? Чем она обусловлена?
6. Какова классификация почв по уровням актуальной кислотности? 7 К чему приводит избыточная кислотность?
8. Как можно устранить избыточную кислотность? 9 Что такое потенциальная кислотность?
10. Чем отличается обменная и гидролитическая кислотность? 11 Что такое щелочность почв?
12. Как работает карбонатно-кальциевая система в почве?
13. Чем отличается актуальная и потенциальная щелочность?
14. К чему приводит избыточная щелочность в почвах?
15. Как можно устранить избыточную щелочность?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПО СОЛЕВОМУ СОСТАВУ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы:

1. Определить общее содержание солей в почвах по величине плотного остатка водной вытяжки;
2. Качественно определить содержание хлорид-ионов, сульфат-ионов, кальция и нитратов в водной вытяжке почвы;
3. По полученным экспериментальным данным сделать вывод о типе и степени засоленности исследуемых почв;
4. Закрепить теоретические знания по химическим свойствам почв.

5.1 Теоретические сведения

Засоленность почвы характеризуется повышенным содержанием легко - и среднерастворимых минеральных солей, что неблагоприятно сказывается на физических и химических свойствах почвы и создает неблагоприятные условия для развития и роста растений. Сильнозасоленные почвы обычно непригодны для выращивания сельскохозяйственных культур.

Легкорастворимые соли в почвах представлены группой соединений, относящихся к классам хлоридов, нитратов, сульфатов и карбонатов и характеризующихся высокой растворимостью в воде – более 2 г/л.

Наиболее вредными для растений солями являются сода

(Na_2CO_3), хлориды (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) и сульфат натрия (Na_2SO_4). Легкорастворимые соли, повышающие плодородие почв – нитраты. Из средне растворимых солей безвредными являются карбонаты кальция и магния, а также сульфат кальция (гипс). Вредное влияние на растения оказывает закись железа, а гидраты окиси железа – безвредны.

Наиболее широко распространены в почвах следующие минералы и группы легкорастворимых солей: галит (NaCl), мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), трона ($\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$), сода ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и другие.

Общее содержание легкорастворимых солей в почвах и количество отдельных катионов и анионов оценивают по данным химического анализа водной вытяжки. Об общем количестве солей в почвах судят по удельной электропроводности жидкой фазы почвы или по величине плотного остатка.

Суммарное содержание солей в почвенном растворе (плотный остаток, мг/дм^3) связано с электропроводностью (ЭП, мСм/см) эмпирической формулой

$$\text{Плотный остаток} = 0,64 \cdot \text{ЭП}$$

Большая часть зерновых культур снижает урожайность при электропроводности, составляющей 4...6 мСм/см . Для овощных культур и плодовых деревьев эти величины еще ниже 1...2 мСм/см . Отрицательный эффект влияния легкорастворимых солей на растения связан с совокупным действием трех различных механизмов. Преобладающую роль играет обычно высокое осмотическое давление почвенного раствора, возникающее из-за содержания растворенных солей и приводящее к плохой усваиваемости влаги растениями. Поэтому растения в засоленных почвах часто страдают от засухи даже при высокой влажности почвы. Еще один фактор, препятствующий нормальному росту растений –

специфическое воздействие ионов Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , иногда NO_3^- и K^+ Когда в листьях накапливается более 0,5 % Cl^- или более 0,2 % Na^+ (в расчете на сухую массу), то происходит обгорание листьев, они приобретают бронзовую окраску, возникают некрозы.

Предполагается, что при возникновении высокой концентрации в растворе ионов Na^+ и Cl^- в растениях нарушается процесс транспирации. Высокая концентрация в почвенном растворе солей Ca_2^+ приводит к нарушению питания растений катионами Mg_2^+ и K^+ . Высокое содержание в растворе ионов натрия ухудшает условия питания растений кальцием и магнием, ухудшает физические свойства почв, а присутствие в почвах соды обуславливает щелочную реакцию среды, что препятствует нормальному развитию большинства сельскохозяйственных культур.

Основной мелиоративный прием, направленный на повышение продуктивности засоленных почв, – промывки водой, приводящие при наличии дренажа к удалению из почвенного профиля легкорастворимых солей. Особенно плохо поддаются мелиорации почвы содового засоления, не содержащие гипса, так как они имеют плохую водопроницаемость.

В естественных условиях засоление почв происходит за счет выпадения солей из засоленных грунтовых вод или приносом солей из морей и океанов и с территорий, где широко распространены соляные озера. Важным источником солей в ландшафте, в том числе и в грунтовых водах, и в почвах, служат засоленные материнские породы, особенно – соляные купола. Некоторое количество солей может поступать в верхние горизонты почвы с опадом растений – галофитов (солянок). На орошаемых массивах существенным источником солей в почвах могут быть оросительные воды.

По составу солей, принимающих участие в процессах засоления почв, В.А. Ковда выделяет следующие провинции соленакопления:

- хлоридного соленакопления (Прикаспийская);
- сульфатно-хлоридного засоления (Туранская, Причерноморская, Балхаш-Зайсанская);
- хлоридно-сульфатного соленакопления (Поволжско-Уральская, Центрально- Казахстанская, некоторые районы Средней Азии);
- сульфатно-содового засоления (Придунайская, Среднеукраинская, Среднерусская, Средневожская, Западносибирская, Восточносибирская, Якутская).

Степени и типы засоленности почв в зависимости от концентрации солей приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Степень засоленности почв	Типы засоленности в зависимости от типа и массовой доли солей в сухой почве, %		
	Хлориды	Сульфаты	Гидрокарбонаты
Для хлоридно-сульфатного засоления			
Незасоленные	< 0,01	-	-
Слабозасоленные	0,01-0,05	-	-
Среднезасоленные	0,005-0,10	-	-
Сильнозасоленные	0,1-0,2	-	-
Солончаки	> 0,2	-	-
Для сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления			
Незасоленные	0-0,1	< 0,10	-
Слабозасоленные	0-0,1	0,1-0,4	-
Среднезасоленные	0,05	0,4-0,6	-
Сильнозасоленные	0-1,0	0,6-0,8	-
Солончаки	-	> 0,8	-
Для содового и смешанного засоления			
Незасоленные	0,001	0,02	< 0,6

Слабозасоленные	0,001	0,05-0,1	0,1-0,2
Среднезасоленные	0,1	0,2	0,2-0,3
Сильнозасоленные	0,2	0,2	0,3-0,4
Солончаки	0,2	0,2	> 0,4

Вторичное засоление почв

При накоплении в почвах легкорастворимых солей, происходящем вследствие искусственного изменения водно-солевого режима, чаще всего при неправильном орошении, реже – при неумеренном выпасе на лугах, при неправильном регулировании паводков, неправильном осушении территории и так далее, возникает вторичное засоление почв.

Процесс вторичного засоления может накладываться на почвы естественно засоляющиеся, остаточно-засоленные, исходно незасоленные или глубокорассоленные. Основные механизмы этого процесса – принос солей с оросительными водами в растворенном или взвешенном состоянии и выпадение солей в почвенной толще из минерализованных грунтовых вод, уровень которых при орошении часто поднимается. При недостаточном дренаже вторичное засоление может иметь катастрофические последствия, так как из-за большого накопления солей в почвах обширные массивы орошаемых земель становятся непригодными для земледелия.

Вторичное засоление почв на орошаемых участках часто сопровождается загрязнением почв тяжелыми металлами, пестицидами, гербицидами, нитратами, соединениями бора.

При вторичном засолении происходят существенные изменения многих химических свойств почв: одновременно с накоплением легкорастворимых солей аккумулируются гипс и карбонаты, оказывающие благоприятное воздействие на физические свойства почв; в неблагоприятную сторону

изменяется состав почвенного поглощающего комплекса, в котором Ca_2^+ замещается ионами Mg_2^+ и Na^+ , возрастает подвижность соединений калия, кремния и железа.

Избежать многих из перечисленных отрицательных последствий орошаемого земледелия можно на основе применения более современной технологии с использованием закрытых трубопроводов, дождевания малой интенсивности, дренажа грунтовых вод, кондиционирования оросительных вод и так далее. При орошении необходима высокая культура земледелия, строгое соблюдение технологических норм, учет влажности почв.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Посуда и приборы

1. Весы технические.
2. Образцы почв.
3. Бюкс для взвешивания почвы.
4. Конические колбы вместимостью 250 см^3 (2 шт.).
5. Центрифуга.
6. Фильтровальная бумага.
7. Стеклянная воронка.
8. Мерный цилиндр вместимостью 25 см^3 .
9. Пипетка 25 см^3 .
10. Фарфоровая чашка.
11. Водяная баня.
12. Сушильный шкаф.
13. Пробирки.

Реактивы и растворы

1. HNO_3 (конц.).
2. Раствор AgNO_3 (20 %).
3. Раствор BaCl_2 (20 %).

4. HCl (конц.).
5. Раствор HCl (10 %).
6. Раствор $(\text{NH}_4)\text{C}_2\text{O}_4$ (4 %).
7. Раствор дифениламина в серной кислоте.

Опыт 1: Приготовление водной вытяжки из почвы и фильтрование почвенной суспензии

Приготовьте водную вытяжку из почвы. После чего вытяжку отфильтруйте через двойной складчатый фильтр. Фильтр поместите в воронку диаметром 15...20 см так, чтобы он лежал на 0,5...1 см ниже края воронки. Содержимое колбы встряхните, чтобы взмутить навеску, и на фильтр старайтесь перенести всю почву. Струю суспензии направьте на боковую стенку воронки, чтобы не порвать фильтр. Первую порцию фильтрата объемом до 10 см^3 отбросьте и только затем соберите фильтрат в чистый сухой приемник (колбу). Мутный фильтрат профильтруйте. Измерьте мерным цилиндром количество фильтрата.

Опыт 2: Определение плотного остатка водной вытяжки

Отберите пипеткой 25 см^3 фильтрата, поместите в высушенную и взвешенную с погрешностью не более 0,001 г фарфоровую чашку и выпаривайте фильтрат на водяной бане. По окончании выпаривания чашку с сухим остатком протрите снаружи фильтровальной бумагой и высушите в сушильном шкафу при $105 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение трех часов, охладите, взвесьте с погрешностью не более 0,001 г.

Для того, чтобы удалить из сухого остатка растворимые органические вещества, прокалите чашку с сухим остатком в муфеле при $600 \text{ }^\circ\text{C}$ до белого цвета: 10...15 мин с момента достижения указанной температуры. Если озоление не произошло, то чашку охладите, добавьте несколько капель дистиллированной воды и снова прокалите.

Массовую долю плотного остатка водной вытяжки в

анализируемой почве, в %, вычислите по формуле:

$$\text{Плотный остаток} = \frac{(m-m_1) \cdot 500}{25} \quad (5.1)$$

где m – масса чашки с остатком, г; m_1 – масса пустой чашки, г; 500 – коэффициент пересчета в проценты; 25 – объем пробы вытяжки, см^3 .

Содержание водорастворимых солей в большинстве почв колеблется от сотых до десятых долей процента. Засоленными считаются почвы с содержанием солей более 0,2 %. Если в почвах содержание солей превышает 1 %, то их относят к солончакам.

Опыт 3: Качественное определение хлорид-иона, сульфат-иона, кальция и нитратов в водной вытяжке

Определение хлорид-ионов

Налейте в пробирку 5 см^3 фильтрата водной вытяжки, подкислите азотной кислотой (1–2 капли) для разрушения бикарбонатов, прибавьте несколько капель азотнокислого серебра, перемешайте. По характеру осадка хлорида серебра сделайте вывод о содержании хлорид-ионов в почве:

Осадок	Содержание Cl^-	
	мг на 100 см^3 вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой хлопьевидный	> 10	Десятые доли
Сильная муть	5-10	Сотые доли
Опалесценция	0,1-1	Тысячные доли

Определение сульфат-ионов

Налейте в пробирку 2 см^3 фильтрата водной вытяжки, добавьте несколько капель концентрированной соляной кислоты и $1 \dots 2 \text{ см}^3$ раствора хлористого бария. Раствор в пробирке нагрейте до кипения.

При наличии сульфатов выпадает белый мелкокристаллический осадок. По характеру осадка сделайте вывод о со-

держании сульфат-ионов в почве:

Осадок	Содержание SO_24	
	мг на 100 см^3 вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой, быстро оседающий на дно	50	Десятые доли
Муть, появляющаяся сразу	1-10	Сотые доли
Медленно появляющаяся слабая муть	0,5-1	Тысячные доли

Определение кальция

Налейте в пробирку 2 см^3 фильтрата водной вытяжки, подкислите 1 –2 каплями соляной кислоты и добавьте 1,5...2 см^3 раствора оксалата аммония. По характеру осадка сделайте вывод о содержании кальция в почве:

Осадок	Содержание Ca^{2+}	
	мг на 100 см^3 вытяжки	г на 100 г почвы, %
Большой, выпадающий сразу	50	Десятые доли
Муть, выделяющаяся при перемешивании	1-10	Сотые доли
Слабая муть, выделяющаяся при стоянии	0,1-1	Тысячные доли

Определение нитратов

Налейте в пробирку 2 см^3 фильтрата водной вытяжки и по каплям добавьте раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет.

Занесите полученные результаты в табл. 5.2.

№ пробы	Место отбора проб	Плотный остаток, %	Содержание ионов (г) на 100 г почвы, %			Содержание нитратов
			Cl ⁻	SO ²⁻	Ca ²⁺	

4 Выводы

Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы о содержании в почве растворимых солей. По величине плотного остатка определите степень засоленности почв.

Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания.
4. Выводы

Контрольные вопросы

1. Чем вызвана засоленность почв?
2. Как можно оценить содержание солей в почве?
3. С чем связан отрицательный эффект влияния солей на растения?
4. Каковы последствия засоленности почв?
5. Перечислите естественные источники засоления почв.
6. Какие выделяют провинции соленакопления?
7. Каким образом возникает вторичное засоление почв?
8. Как избежать отрицательных последствий при засолении почв? Какие мелиоративные приемы применяют?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Работа выполняется 4 часа

Цель работы:

1. Провести отбор проб снега на основных перекрестках;
2. Гравиметрическим методом определить содержание примесей (мг/г);
3. Проанализировать состояние снега по органолептическим показателям (цвет, цветность, мутность, запах);
4. Провести качественное определение наличия в пробе ионов свинца, железа, сульфат-анионов;
5. Провести сравнение содержания примесей в снежном покрове на перекрестках и в зонах отдыха;
6. Сделать вывод о степени загрязненности снежного покрова от автотранспортных средств.

6.1 Теоретические сведения

Оценка состояния окружающей среды по степени загрязнения снежного покрова является распространенным приемом проведения мониторинга. Подобные исследования не требуют дорогостоящего оборудования и позволяют проводить экспресс-анализ загрязнений. Поэтому во многих странах мира, например, в Финляндии, этот метод широко распространен и позволяет получать характеристики экологической обстановки на значительных территориях.

Проблема чистоты атмосферы не нова. Она возникла вместе с появлением промышленности и транспорта, работающих на угле, а затем на продуктах переработки нефти.

Быстрый и повсеместный рост промышленности и транспорта в XX столетии привел к резкому росту объемов и токсичности выбросов, которые уже не могут быть «растворены» в атмосфере до безвредных для природной среды и человека концентраций. Загрязнение атмосферы имеет



естественное и искусственное происхождение (рис. 6.1).

Таблица 6.1 Основные загрязнители атмосферы

Загрязнители	Основные искусственные источники	Среднегодовая концентрация в воздухе мг/м ³	Воздействие на окружающую среду и здоровье человека
Твердые частицы (пыль, зола ит.п.)	Сжигание топлива (около $2,4 \cdot 10^8$ т)	0,04-0,4	Снижение солнечного освещения и видимости, увеличение облачности, туманности. Разрушение и загрязнение материков. Возможное снижение температуры земли в результате длительного воз-

			действия
Сернистый ангидрид SO_2	Сжигание топлива (около $1,5 \dots 1,75 \cdot 10^8$ т)	0,5-0,1	Хроническое поражение растений, снижение урожайности, уничтожение лесов, заболевания дыхательных путей
Оксиды азота NO_2	Окисление атмосферного азота и топлива при высокой температуре (около $5,5 \cdot 10^7$ т)	0,05-0,2	Поглощение солнечного света, образование фотохимического смога, «кислотных дождей». Разрушение материалов, снижение урожайности, уничтожение лесов, уменьшение содержания гемоглобина в крови
Оксид углерода CO	Неполное сгорание топлива (около $2,5 \dots 3,5 \cdot 10^8$ т)	1...50	Уменьшение содержания гемоглобина в крови
Летучие углеводороды и их продукты	Неполное сгорание топлива (около $8 \cdot 10^7$ т)	До 3	Поражение растений при концентрации выше $0,02 \text{ мг/м}^3$, раздражающее действие на глаза

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

от стационарных источников (в тыс.т/год) на территории Томской области за период 1995 – 2003 гг., по данным стат отчетности 2-ТП (воздух), представлены на рис. 6.2.

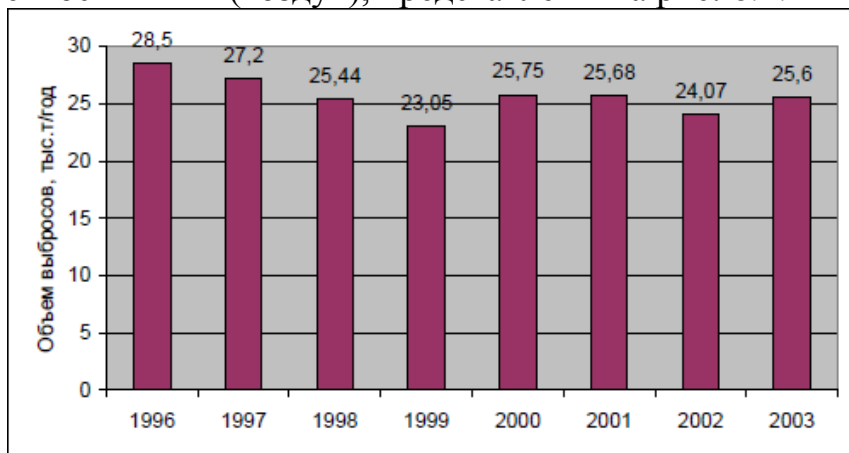


Рис. 6.2 Диаграмма выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, 1995 – 2003 гг.

На предприятиях области уловлено 14,097 тыс.т/год вредных веществ (35,48 % от отходящих), утилизировано 4,288 тыс.т/год.

На предприятиях уловлено 6,86 тыс.т/год загрязняющих веществ, из них утилизировано 1,16 тыс.т/год. Степень улавливания составляет 53,06 %. К сожалению, автотранспорт продолжает загрязнять окружающую среду продуктами неполного сгорания топлива. В 2003 г. центрами Госсанэпиднадзора на автомагистралях в зоне жилой застройки было исследовано 1769 проб атмосферного воздуха, из них 13,7 % оказались нестандартными. Основными ингредиентами, по которым отмечалось наибольшее количество проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, были: окись углерода – 14,9 %, пыль – 16,3 %, формальдегид – 3,5 %, окислы азота – 3,8 %, сернистый газ – 1,1 %, свинец – 1,2 %.

Одним из способов экспресс-анализа загрязнения атмо-

сферы выбросами антропогенного происхождения может служить анализ содержания примесей в снежном покрове.

При проведении исследований снежного покрова магистралей возможно качественное определение запыленности воздуха (общая масса примесей), загрязнения солями тяжелых металлов (свинца, железа и т.п.), сульфатами, хлоридами, органическими веществами (перманганатная и бихроматная пробы) и т.д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Посуда и приборы

1. Весы аналитические.
2. Емкости для проб снега (15 шт.).
3. Пробирки.
4. Чашки для выпаривания.
- 5 Шкала цветности.
6. Спиртовка.
7. Держатель.
8. Универсальная индикаторная бумага.
9. Электроплитка.
10. Фильтры бумажные.
11. Колбы плоскодонные.
12. Стеклянные палочки.

Реактивы и растворы

1. Раствор AgNO_3 (1 %).
2. Раствор BaCl_2 (5 %).
3. Раствор Na_2S (1 %).
4. Раствор KSCN (1%).
5. Раствор HCl (1:5).
6. Персульфат калия (крист.).

6.2 Методика выполнения

1. Отбор проб

На оживленных перекрестках автомобильных магистралей г. Томска отберите пробы снега на выбранных площадках размером не менее 1 м². Общая масса образца должна составлять 600...800 г. Пробы пронумеруйте, поместите в тару с пробками. Полученные данные отбора проб оформите в виде табл. 6.2.

№ пробы	Время	Место (перекрестки улиц)
1		Кирова и Ленина
2		Городской сад
3		Герцена и Ленина
4		Нахимова и Ленина
5		Фрунзе и Ленина
6		Ост. 4 Поликлиника
7		Лагерный сад
8		Ленина и пер. 1905 г.
9		Пл. Южная
10		Автовокзал Томск-1

Опыт № 1: Общее содержание примесей

В предварительно взвешенную чашечку для выпаривания (m_1) поместите часть пробы и взвесьте чашечку с пробой (m_2). Чашечку нагрейте на плитке до полного испарения воды и достижения постоянной массы, после охлаждения до комнатной температуры (m_3).

Рассчитайте по формуле (6.1) содержание примесей:

$$\omega * \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} * 1000 \quad (6.1)$$

где: m_1 – масса чашечки для выпаривания, m_2 – масса чашечки с пробой, m_3 – масса чашечки с пробой после удаления воды.

Полученные данные оформите в виде табл. 6.3.

№ пробы	m_1 , г	m_2 , г	m_3 , г	ω , %	Примечание
1					
...					
10					

Небольшое количество пробы (около 200 г) оставьте при комнатной температуре для полного расплавления снега. Полученную жидкость проанализируйте (определите цветность, мутность, запах, рН, содержание свинца, железа, сульфатов, хлоридов).

3. Опыт № 2: Определение рН с помощью универсального индикатора

Полоску индикаторной бумаги поместите в пробирку, содержащую примерно 5 см³ исследуемой талой воды. Окраску индикаторной бумаги сравните со шкалой.

4 Опыт № 3: Цветность

В колбу поместите 5 см³ исследуемой пробы и, просматривая сверху, на белом фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном), сравните со шкалой цветности.

Для приготовления шкалы смешайте растворы № 1 и № 2 в следующих соотношениях:

Раствор №1, см ³	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Раствор №2, см ³	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	84
Градусы цветности	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Раствор № 1: 0,0875 г бихромата калия, 2 г сульфата кобальта и 1 см³ серной кислоты (плотность 1,84 г/см³) и довести объем до 1 дм³ (соответствует цветности 500).

Раствор № 2: 1 см³ концентрированной серной кислоты (плотность 1,84 г/см³) и довести в мерной колбе дистиллированной водой до объема 1 дм³.

5. Опыт № 4: Мутность

В пробирку поместите 10 см³ исследуемой воды. Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на белом и, соответственно, темном фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном).

Мутность: слабо опалесцирующая, опалесцирующая, слабо мутная, мутная, очень мутная.

6. Опыт № 5: Запах

Заполните колбу исследуемой водой на 1/3 объема и закройте пробкой. Взболтайте содержимое колбы. Откройте колбу и осторожно, неглубоко вдыхая воздух, сразу же определите характер запаха.

Если запах сразу не ощущается, испытание можно повторить, нагрев воду в колбе до температуры 60 °С.

Интенсивность запаха определяйте по 5-бальной шкале: 0 – не ощущается; 1 – обнаруживается только опытным исследователем; 2 – слабый, обнаруживается только в том случае, если обратить на него внимание; 3 – заметный, обнаруживается потребителем и вызывает неодобрительные отзывы; 4 – отчетливый, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья; 5 – очень сильный, делающий воду совершенно непригодной.

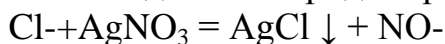
Естественные запахи описывают, придерживаясь следующей терминологии:

Символ	Характер запаха
А	ароматный
Б	болотный
Г	гнилостный
Д	древесный
З	землистый
П	плесневый

Р	рыбный
С	сероводородный
Т	травянистый
Н	неопределенный

7. Опыт № 6: Качественное определение содержания хлоридов с приближенной количественной оценкой

Метод основан на осаждении хлорида серебра:

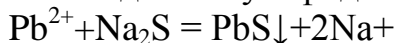


В пробирку поместите 5 см³ исследуемой воды, если проба мутная, ее следует отфильтровать. В пробирку с пробой (или фильтратом) добавьте 3 капли раствора нитрата серебра. Используя табл. 6.4, определите приближенное содержание хлорид-анионов.

Осадок или муть	Концентрация Cl ⁻ , мг/дм ³
Опалесценция или слабая муть	1...10
Сильная муть	10...50
Образуются хлопья, но осаживаются не сразу	50...100
Белый объемистый осадок	Более 100

8. Опыт № 7: Определение катионов свинца

Метод основан на осаждении сульфида свинца:

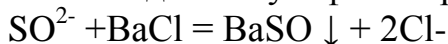


В пробирку поместите 5 см³ исследуемой воды, если проба мутная, ее следует отфильтровать. Добавьте 1 см³ соляной кислоты (1:5) и 3 капли раствора сульфида натрия. Выпадение черного осадка свидетельствует о наличии в пробе солей свинца.

9. Опыт № 8: Определение содержания сульфатов-

анионов

Метод основан на осаждении сульфата бария:

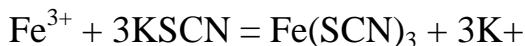


В пробирку внесите 10 см³ исследуемой воды, если проба мутная, ее следует отфильтровать. Добавить 5 см³ соляной кислоты (1:5) и 2 см³ раствора хлорида бария, полученный раствор перемешать.

Приблизительное содержание сульфатов определить по аналитическому эффекту, используя данные табл. 4.5.

Характер осадка	Концентрация SO^{2-} , мг/дм ³
Отсутствие осадка	< 5
Слабая муть, проявляющаяся через несколько мин	5...10
Слабая муть, проявляющаяся сразу после добавления хлорида бария	10...100
Сильная муть, быстро осаждающаяся	>100

10. Опыт № 9: Определение содержания катионов железа
Метод основан на образовании роданида железа по уравнению:



В пробирку налейте приблизительно 10 см³ исследуемой воды, если проба мутная, ее следует отфильтровать. Добавьте 2 – 4 капли HCl, несколько кристаллов персульфата калия и 4 – 5 капель раствора KSCN. После внесения каждого реактива содержимое пробирки тщательно перемешайте.

Приближенное содержание солей железа определите в соответствии с табл. 4.6.

Окрашивание при рассмотрении сбоку	Окрашивание при рассмотрении сверху вниз	Содержание железа, мг/дм ³
Окрашивания нет	Окрашивания нет	< 0,05
Едва заметное желто-	Очень слабое желтова-	0,10

вато-розовое	го-розовое	
Очень слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	0,25
Слабое желтовато-розовое	Светло-желтовато-розовое	0,50
Светло-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1,00
Сильное желтовато-розовое	Желтовато-красное	2,00
Светло-желтовато-красное	Ярко-красное	> 2,00

Полученные экспериментальные данные по анализу образца снега оформите в виде табл. 4.7.

№ пробы	Цветность	Мутность	pH	Запах	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Содержание железа, мг/дм	Наличие солей свинца
1								
...								
10								

11. Выводы

Образец вывода: Проведен отбор проб снега на 10 перекрестках основных транспортных магистралей. Проанализированы пробы по органолептическим показателям (цветность, мутность, запах, pH-среды). К числу самых загрязненных участков следует отнести: _____-. Большинство проб имеет запах или бензина, или машинных масел, исключение: участки _____ Практически во всех пробах присутствуют в количестве от _____ хлорид-анионы (концентрация) и сульфат-анионы, максимальное содержание на участках _____; минимальное содержание на

участках . Количественное определение содержания железа показало, что максимальное количество солей железа содержится на участке_____.

Во всех пробах (кроме_____) отмечено содержание солей свинца, что подтверждает вывод о наибольшей загрязненности солями тяжелых металлов придорожных территорий. Гравиметрическим методом определено количественное содержание примесей: в меньшей степени загрязнены пробы_____ (данные), в наибольшей –_____. В результате проведенных опытов было выявлено, что самыми загрязненными участками являются _____. Наиболее благоприятными по экологической обстановке являются районы _____.

Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания.
4. Выводы

6.3 Контрольные вопросы

- 1 Какие меры техники безопасности следует соблюдать при проведении исследований?
- 2 Укажите основные источники загрязнения атмосферы.
- 3 Приведите классификацию загрязнений атмосферы.
4. Охарактеризуйте антропогенное влияние на атмосферу.
- 5 Приведите методику определения содержания примесей.
6. Укажите загрязнители, которые вызывают изменение

pH среды снега.

7. Приведите методики определения и укажите источник загрязнения снега: а) хлорид-анионами; б) сульфат-анионами; в) соединениями свинца; г) солями железа.

8. Проанализируйте содержание примесей и укажите самые загрязненные участки (по полученным экспериментальным данным).

9. Какие меры по охране окружающей среды можно использовать для улучшения экологической обстановки?

10. Охарактеризуйте экологическую обстановку в России.

11. Какие международные соглашения регламентируют выбросы загрязнителей в окружающую среду?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.

Работа выполняется 4 часа

Цель работы: знакомство с формой годовой отчетности по загрязнению атмосферы. Освоение методики расчета массы загрязняющих веществ.

Теоретические сведения

Источник загрязнения атмосферы – объект, от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу.

Источник выделения – объект, в котором образуются загрязняющие вещества (технологическая установка, склад сырья или продукции, площадки для перевалки сырья или продукции и т.д.).

Организованные источники загрязнения атмосферы – устройство для направленного вывода загрязняющих веществ в атмосферу (дымовая труба, вентиляционная шахта, аэрационный фонарь и т.д.)

Неорганизованным является источник загрязнения атмосферы, который не имеет специальных устройств для вывода загрязняющих веществ в атмосферу.

Таким образом, загрязняющие вещества от источника выделения могут поступать в атмосферу либо через специальные газоотводные устройства, либо непосредственно. В этом случае источник выделения называется неорганизованным (зазоры в технологических установках, площадки для перевалки сырья, топлива, емкости для хранения топлива, площадки складирования отходов и т.д.).

Отчет об охране атмосферного воздуха содержит следующие сведения: наименование организации, её реквизиты, коды организации, даты выдачи согласований на выбросы, географические координаты объекта.

В таблица № 7.1 приведены следующие сведения:

– наименование технологического процесса и наименование сопутствующих процессу загрязняющих веществ, их коды, количество.

– коды и наименование загрязняющих веществ, масса выброса.

– наименование источника выброса, параметры выброса (высота и диаметр, м), координаты источника выброса на плане промплощадки, м; характеристика пыли-газо-воздушной смеси на выходе (объем, м³/с; скорость, м/с; температура, С⁰), код ЗВ, наименование загрязняющего вещества, мощность выброса (г/с и т/год).

Количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, определяется по формуле:

$$M = C_{\max} * V * k * 10^{-6}, \text{ т/год}, \quad (7.1)$$

где C_{\max} – максимальная концентрация загрязняющего вещества на выходе источника выделения (до очистки), г/м³;

V – объемный расход газовойоздушной смеси в единицу времени на выходе источника, м³/с; (Принять по примеру расчета для котельной и выхлопа вентилятора).

k – переводной коэффициент г/м³ в т/год с учетом времени работы оборудования (в секундах) в течение года.

C_{\max} определяется непосредственными инструментальными замерами в соответствии с действующими стандартами и рекомендованными методиками, согласованными с Госкомприродой. В случае отсутствия инструментальных методик определения выбросов загрязняющих веществ до-

пускается применение расчетных отраслевых методик.

7.1 Порядок выполнения работы:

1. Рассчитать C_{\max} , используя исходные данные своего варианта из таблицы № 1, увеличив показатели на 20%.

2. Определить количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу по всем загрязняющим веществам по формуле (7.1) для выброса из трубы котельной и выхлопа вентилятора.

3. Принять время работы котельной шесть месяцев в году при 3-х сменной работе, а работу шахтного вентилятора круглосуточно.

Характеристика источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их параметры проектируемой деятельности шахты.

Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
1. Краткие теоретические сведения.
2. Расчеты количества загрязняющих веществ по формуле (7.1).
3. Выводы.

Пример расчета:

V -объемный расход производственного выброса трубы котельной 0,2, м³/с;

V -объемный расход выброса вентилятора, 101,6м³/с.

Труба котельной для двуокиси азота:

$$m(\text{SO}_2) = 0,17 * 0,2 * k = 0,17 * 0,2 * 0,006 = 0,0002 \text{ т/ год}$$

Для трубы котельной переводной коэффициент 0,006

Выхлоп вентилятора для углеводородных соединений

СН₄;

$$m(\text{СН}_4) = 3,2 * 101,6 * k = 0,17 * 0,2 * 0,003 = 0,975 \text{ т/ год}$$

Переводной коэффициент для выхлопа вентилятора k:

$$\text{т/год} = 1000 * 1000 * 1000 / 350 * 24 * 60 * 60 = 330.68 \text{ г/с,}$$

тогда г/с = 0,003 т/год

Контрольные вопросы

1. Что содержит отчет о загрязнении атмосферы?
2. Какую опасность представляют выбросы из организованных и неорганизованных источников?
3. В чем заключается расчет массы выброса?
4. Основные направления снижения загрязненности атмосферы при работе предприятия?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майстренко Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей: Учебное пособие для ВУЗов/ В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев.- М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.-322с. (50 экз.)

2. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды: Учеб. пособие/Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, Лозановская И.Н. 3-е изд., перераб..-М.: Высшая шк., - 2006.- 334с. (50 экз.)

3. Природопользование: Учебник для вузов / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Г. В. Гуськов и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков и К°, 2003. - 312 с.

4. Попечителей Е.П. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии : Учебное пособие для вузов / Е. П. Попечителей, О. Н. Старцева. - М.: Высшая школа, 2003. - 278 с.

5. Астафьева Л.С. Экологическая химия: Учебник для среднего профессионального образования / Л. С. Астафьева. - М.: Academia, 2006. - 222 с.

6. Карташев А.Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды : монография / А. Г. Карташев. - Томск: Водолей, 1999. - 193 с.

7. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие: В 2 ч. / Ред. Ю. А. Афанасьев, Ред. С. А. Фомин. - М.: МНЭПУ, 2001.

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине
«Мониторинг среды обитания»
для студентов направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям),
профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

С о с т а в и т е л и:
Александр Михайлович Иваненко
Евгений Николаевич Шелемей

Печатается в авторской редакции.
Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать
Формат 60x84¹/₁₆. Бумага типограф. Гарнитура
Times Печать офсетная. Усл. печ. л.. Уч.-изд. л.
Тираж 100 экз. Изд. №_____. Заказ №_____. Цена договорная.

Издательство Луганского
государственного университета
имени Владимира Даля

*Свидетельство о государственной регистрации
издательства МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.*

Адрес издательства: 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а

Телефон: 8 (0642) 41-34-12, **факс:** 8 (0642) 41-31-60

E-mail: izdat.lguv.dal@gmail.com **http:** [//izdat.dahluniver.ru](http://izdat.dahluniver.ru)