

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра химической технологии твердого топлива

Составитель
А. Ю. Игнатова

ЭКОЛОГИЯ

Методические материалы

Рекомендовано учебно-методической комиссией
направления подготовки 18.03.01 Химическая технология
в качестве учебного электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты:

Неведров А. В., кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии твердого топлива

Пучков С. В., председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

Игнатова Алла Юрьевна

Экология: методические материалы [Электронный ресурс]: для студентов всех специальностей и направлений бакалавриата и форм обучения / сост. А. Ю. Игнатова; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2019. – Систем. требования: Pentium IV, Windows XP/Vista/7 – Загл. с экрана.

Методические указания для лабораторных работ предназначены для ознакомления студентов с процессами очистки природных и сточных вод, с методами аналитического контроля воды и почвы.

Методические указания к самостоятельной работе содержат темы реферативных работ, требования к их содержанию и оформлению.

© КузГТУ, 2019

© А. Ю. Игнатова,
составление, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	5
<i>ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УМЯГЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД</i>	<i>5</i>
<i>МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА.....</i>	<i>5</i>
1. Цель и содержание работы	5
2. Теоретические положения	5
3. Реактивы, посуда и оборудование	10
4. Порядок работы	11
5. Обработка результатов.....	14
6. Требования к отчету	16
7. Контрольные вопросы.....	17
Список рекомендуемой литературы	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	19
<i>ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ.....</i>	<i>19</i>
<i>И СТОЧНЫХ ВОД НА ТВЕРДЫХ СОРБЕНТАХ.....</i>	<i>19</i>
1. Цель и содержание работы	19
2. Теоретические положения	19
3. Реактивы, посуда и оборудование	22
4. Порядок работы	22
5. Обработка результатов.....	26
6. Требования к отчету	27
7. Контрольные вопросы.....	28
Список рекомендуемой литературы	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	29
<i>АНАЛИЗ ПОЧВЫ.....</i>	<i>29</i>
1. Цель работы.....	29
2. Теоретические положения	29
4. Порядок работы	34
5. Требования к отчету	39
6. Контрольные вопросы.....	39
Список рекомендуемой литературы	40
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	41
<i>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ ...</i>	<i>41</i>
1.Цель и содержание работы	41
2. Теоретические положения	41
3. Посуда, оборудование и реактивы.....	45
4. Порядок работы	46

5. Контрольные вопросы.....	48
Список рекомендуемой литературы.....	49
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.....	50
<i>ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ.....</i>	<i>50</i>
1. Цель работы.....	50
2. Теоретические положения.....	50
4. Порядок работы.....	58
5. Требования к отчету.....	62
6. Контрольные вопросы.....	63
Список рекомендуемой литературы.....	63
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	65
<i>ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ ПО ЭКОЛОГИИ.....</i>	<i>65</i>
1. Выбор тематики реферативной работы.....	65
2. Работа с литературными источниками.....	65
3. Структура реферативной работы.....	66
4. Оформление реферативной работы.....	66
5. Тематика реферативных работ.....	67
Список рекомендуемой литературы.....	89
ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ.....	93
ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.....	95
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ.....	96

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УМЯГЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для ознакомления студентов с процессом умягчения природных вод методом ионного обмена и с методами аналитического контроля за этим процессом, применяемыми в химических лабораториях на промышленных предприятиях, теплоэлектростанциях и котельных.

Студенты определяют жесткость исходной природной воды, содержание в ней растворимых соединений кальция и магния. На лабораторной установке, моделирующей ионообменный фильтр, проводят умягчение природной воды при различных технологических параметрах (природа ионообменного материала, исходная жесткость умягчаемой воды, скорость фильтрования через слой ионообменной загрузки, продолжительность фильтрования). В процессе умягчения отбирают пробы умягченной воды, определяют их жесткость и содержание в них растворимых соединений кальция и магния. С использованием полученных результатов определяют эффективность процесса умягчения воды для различных условий его проведения и выбирают оптимальные параметры процесса.

2. Теоретические положения

2.1. Жесткость воды

Природная вода, содержащая большое количество растворенных солей кальция и магния, называется **жесткой**.

Различают общую, временную, постоянную, карбонатную и некарбонатную жесткости.

Общей жесткостью называется суммарная концентрация ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и Fe^{2+} в воде, выраженная в миллимолях на литр (ммоль/л).

Постоянной жесткостью называется часть общей жесткости, остающаяся после кипячения воды при атмосферном давлении в течение определенного времени.

Временной жесткостью называется часть общей жесткости, удаляющаяся кипячением воды при атмосферном давлении в течение определенного времени.

Карбонатной жесткостью называется часть общей жесткости, эквивалентная концентрации карбонатов и гидрокарбонатов.

Некарбонатная жесткость – часть общей жесткости, равная разности между общей и карбонатной жесткостями.

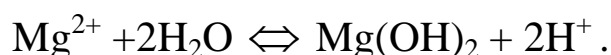
Использование жестких вод для удовлетворения хозяйственно-бытовых и промышленных нужд приводит к весьма нежелательным последствиям.

1. Непроизводительный расход мыла при стирке. Это объясняется тем, что ионы кальция и магния с мылами, представляющими собой соли жирных кислот, образуют в воде нерастворимые осадки состава $(C_{15}H_{31}COO)_2Ca$ и $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$, а также аналогичные соли магния. На каждый литр воды с жесткостью 7,1 ммоль/л перерасходуется 2,4 г мыла.

2. Преждевременный износ тканей при стирке в жесткой воде. Волокна тканей адсорбируют кальциевые и магниевые мыла, а это делает их хрупкими и ломкими.

3. В жесткой воде бобовые и мясо плохо развариваются, при этом понижается питательность продуктов. Вываренные из мяса белки переходят в нерастворимое состояние, плохо усваиваются организмом

4. Усиление коррозии паровых котлов и теплообменников вследствие гидролиза магниевых солей и повышения концентрации водородных ионов в растворе.



5. Отложение накипи на поверхности теплообменных аппаратов (котлов, холодильников и т. д.), которое снижает экономичность работы этих установок. Накипь обладает малой теплопроводностью и увеличивает непроизводительный расход топлива.

Металл под накипью перегревается и размягчается. Это приводит к образованию вздутий и трещин в трубах паровых котлов.

2.2. Умягчение воды

Процесс, приводящий к снижению жесткости воды, называется ее **умягчением**. Умягчение сводится к уменьшению концентрации кальциевых и магниевых солей в воде.

Умягчение воды производят в основном для технических целей. Так жесткость воды для питания водогрейных котлов не должна превышать 0,7 ммоль/л, а паровых котлов – 0,005 ммоль/л. Умягчение воды осуществляют следующими методами: **термическим**, основанным на нагревании воды, ее дистилляции или вымораживании; **реагентными**, при которых находящиеся в воде ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} связывают различными реагентами в практически нерастворимые соединения; **ионного обмена**, основанного на фильтровании воды через специальные материалы, обменивающие входящие в их состав ионы Na^+ или H^+ на ионы Ca^{2+} или Mg^{2+} , содержащиеся в воде; **комбинированным**, представляющим собой различные сочетания перечисленных методов.

Выбор метода умягчения воды определяется ее качеством, необходимой глубиной умягчения и технико-экономическими критериями. Согласно СНиП (Санитарные нормы и правила), для умягчения подземных вод следует применять ионообменные методы; для умягчения поверхностных вод, когда одновременно требуется и осветление воды, – известковый или известково-содовый метод, а для глубокого умягчения воды – последующее катионирование.

2.3. Умягчение воды методом ионного обмена

Гетерогенный **ионный обмен**, или ионообменная сорбция, – процесс обмена между ионами, находящимися в растворе, и ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы – **ионита**. **Ионитами** называются твердые, нерастворимые в воде веще-

ства, способные к сорбционному обмену ионов с раствором электролита. По составу основного скелета, который связывает водородно ионогенные группы сорбенты, ионообменные сорбенты делятся на минеральные и органические. К первым относят многочисленные алюмосиликаты, силикаты, цеолиты и тому подобные материалы. Ко вторым относят продукты химической переработки угля, либо полученные синтетическим путем высокомолекулярные органические соединения, содержащие ионогенные группы.

Применяемые при очистке воды иониты подразделяются на природные и искусственные, или синтетические. Практическое значение имеют неорганические природные и искусственные алюмосиликаты, гидроокиси и соли многовалентных металлов; применяются также иониты, полученные химической обработкой угля, целлюлозы и лигнина. Однако ведущая роль принадлежит синтетическим органическим ионитам – ионообменным смолам.

По знаку заряда обменивающихся ионов иониты делят на **катиониты** и **аниониты**, проявляющие соответственно кислотные и основные свойства.

Различают следующие виды ионитов:

- * сильнокислотные катиониты, содержащие сульфогруппы SO_3H , и сильноосновные аниониты, содержащие четвертичные аммониевые основания;

- * слабоосновные катиониты, содержащие карбоксильные COOH и фенолы группы, диссоциирующие при $\text{pH} > 7$;

- * слабоосновные аниониты, содержащие первичные NH_2 и вторичные NH аминогруппы, диссоциирующие при $\text{pH} < 7$;

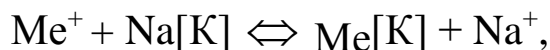
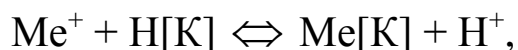
- * иониты смешанного типа, проявляющие свойства смеси сильных кислот и оснований.

Важнейшим свойством ионитов является их поглотительная способность, так называемая обменная емкость. Полная емкость ионита – количество находящихся в воде грамм-эквивалентов ионов, которое может поглотить 1 м^3 ионита до полного насыщения. Рабочая емкость ионита – количество находящихся в воде грамм-эквивалентов ионов, которое может поглотить 1 м^3 ионита до начала проскока в фильтрат поглощаемых ионов.

При соприкосновении ионитов с водой происходит их набухание вследствие осмотических явлений; объем ионитов обычно увеличивается в 1,2–2 раза. На кинетику ионного обмена влияют также температуры, концентрации ионов и др.

Характерной особенностью ионитов является их обратимость, т. е. возможность проведения реакции в обратном направлении, что лежит в основе их регенерации.

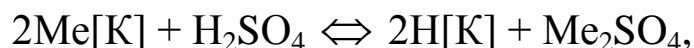
Если катиониты находятся в Н- или Na-форме, обмен ионов будет проходить по реакциям



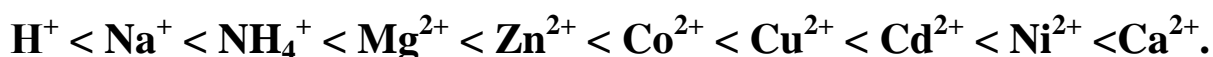
где Me^+ – катион, находящийся в природных водах; $[\text{K}]$ – сложный комплекс катионита.

Сильнокислотные катиониты позволяют осуществлять процесс ионного обмена при любых значениях рН, а слабокислотные при $\text{pH} \geq 7$.

Регенерация катионитов осуществляется промывкой растворами кислот (при Н-катионите) или раствором хлористого натрия (при Na-катионите).

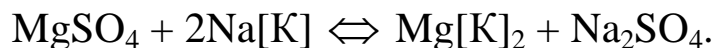
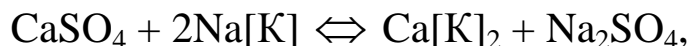


Поскольку в природных водах, как правило, содержится несколько катионов, большое значение имеет селективность их поглощения. Для каждого вида катионов установлены ряды катионов по энергии их вытеснения. Например, для катионита КУ-2:



В практике умягчения воды часто используют Н- и Na-катиониты. В зависимости от катиона и называют этот процесс Н-катионирование и Na-катионирование.

При Na-катионировании происходят следующие процессы:



Процессы ионообменного умягчения воды осуществляются в аппаратах периодического (фильтрах) или непрерывного действия.

Фильтр периодического действия представляет собой закрытый цилиндрический резервуар с расположенным у дна щелевым дренажным устройством, обеспечивающим равномерное отделение воды по всему сечению фильтра; высота слоя загрузки ионита 1,5–3 м. Фильтр может работать по параллельно-поточной схеме (при подаче умягчаемой воды и регенерирующего раствора сверху) и по противоточной схеме (умягчаемая вода подается снизу, а регенерирующий раствор – сверху).

3. Реактивы, посуда и оборудование

Реактивы:

- * Аммиачно-аммонийный буферный раствор
- * Сульфат магния
- * Эриохром черный Т
- * Этилендиаминтетраацетат натрия (комплексон III)
- * NaOH, 2М раствор
- * Мурексид

Посуда и оборудование:

- * Колбы для титрования 250 мл
- * Бюретка 25 мл
- * Пипетка 25 мл
- * Цилиндр 10 мл
- * Резиновая груша
- * Шпатель
- * Лабораторная установка для изучения процесса умягчения воды

4. Порядок работы

К выполнению работы студенты приступают после изучения настоящей методики и ознакомления с условиями проведения работы и установкой, на которой она выполняется, и с результатами, которые должны быть достигнуты в ходе выполнения работы.

Перед началом выполнения работы студентам задаются следующие условия ее выполнения:

- * тип ионообменного материала, применяемого для умягчения воды (катионит, сульфуголь, цеолит и др.);

- * линейная скорость движения воды через слой ионообменного материала в фильтре, м/час;

- * объем воды, подвергаемой очистке в опыте, л.

Результатами выполнения работы являются:

- * общая жесткость исходной и умягченной воды;

- * содержание ионов кальция и магния в исходной и умягченной воде;

- * эффективность умягчения воды для заданных условий выполнения работы.

4.1. Анализ исходной воды

Отбираются пробы исходной воды и подвергаются анализу на **общую жесткость**, а также на содержание **ионов кальция и магния**. Определение жесткости и кальция проводят **методом комплексометрии**. Магний определяют по разности между жесткостью воды и содержанием в ней кальция.

Определение жесткости основано на свойстве этилендиаминтетраацетат натрия (комплексона III) образовывать в водной среде при рН 10 прочные комплексные соединения сначала с ионами кальция, а затем с ионами магния. Сначала в анализируемую воду вводят эриохром черный Т, который образует с ионами магния вишнево-красное комплексное соединение. Затем пробу титруют комплексоном III, последний, соединяясь с ионами кальция и затем с ионами магния, вытесняет индикатор, который в свободной форме имеет синюю окраску.

Для отдельного определения кальция в присутствии ионов магния используют индикатор мурексид и маскировку катионов магния. К анализируемому раствору приливают щелочь до полного осаждения ионов магния в виде гидроксида и добавляют мурексид. В сильнощелочной среде ($\text{pH} = 10\text{--}11$) мурексид образует с ионами кальция комплексы сине-фиолетового цвета, которые оттитровывают раствором комплексона III до появления лиловой окраски.

4.1.1. Определение общей жесткости

В две колбы для титрования отбирают пипеткой по 25 мл анализируемой воды, прибавляют цилиндром по 5 мл аммиачного буферного раствора, вносят на кончике шпателя индикатор эриохром черный Т и хорошо размешивают. Растворы оттитровывают комплексонам III до четкого перехода вишнево-красной окраски в синюю.

По результатам титрования находят средний объем комплексона III, пошедшего на титрование анализируемой воды, и рассчитывают ее общую жесткость.

4.1.2. Раздельное определение кальция и магния

В две колбы для титрования отбирают пипеткой по 25 мл анализируемой воды, добавляют цилиндром по 5 мл раствора NaOH, вносят на кончике шпателя мурексид и хорошо размешивают. Растворы медленно оттитровывают комплексонам III до смены окраски из малиново-розовой в лиловую. Переход окраски не резкий, поэтому титровать нужно очень внимательно.

По результатам титрования находят средний объем комплексона III, пошедшего на титрование анализируемой воды, и рассчитывают содержание кальция и магния в воде.

4.2. Подготовка установки к проведению работы

Работа по ионообменному умягчению воды выполняется на лабораторной установке.

Исходную воду с жесткостью 2-10 ммоль/л через воронку наливают в ионообменный фильтр, со слоем зернистого ионита. Фильтр представляет собой стеклянную колонку диаметром 20 – 40 мм с пористой перегородкой в нижней части, заполненную исследуемым ионообменным материалом. В качестве ионита могут быть использованы: катионит, сульфуголь, цеолит и другие материалы с размерами частиц 0,5–4 мм, обладающие способностью к ионному обмену.

Расход воды, соответствующий заданной скорости фильтрования, устанавливается с помощью крана. Умягченная вода собирается в емкость.

Подготовка установки к проведению работы включает:

- * установку расхода воды через фильтр, который соответствует заданной скорости фильтрования;
- * заполнение фильтра исследуемой водой.

Расход воды, мл/мин, подаваемой в фильтр, определяется по формуле

$$q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \omega}{4} \cdot \frac{10^6}{60},$$

где ω – заданная скорость движения воды в фильтре, м/ч; D – внутренний диаметр фильтра, м; 10^6 – коэффициент пересчета кубических метров (м^3) в миллилитры (мл); 60 – коэффициент пересчета в минуты.

Установка требуемого расхода производится на дистиллированной воде. Для этого определяется, сколько воды должно быть пропущено через фильтр за выбранное время (за 1 мин, за 30 с и т. д.). Затем кран устанавливается в произвольное положение. В течение выбранного времени через фильтр пропускается дистиллированная вода, которая собирается в емкость. С помощью мерного стакана измеряется объем воды, прошедшей через фильтр за выбранное время. Если этот объем оказывается меньше значения q , то с помощью крана расход воды через фильтр увеличивается, если больше, то подача воды в фильтр уменьшается. Данная операция повторяется до тех пор, пока расход воды через фильтр за

выбранное время не совпадет с требуемым по условиям выполнения работы расходом.

После установки требуемого расхода воды фильтр остается заполненным дистиллированной водой. Для того чтобы в процессе выполнения работы были получены достоверные результаты, перед началом ее выполнения дистиллированная вода замещается на исследуемую воду. Для того чтобы полностью удалить из фильтра дистиллированную воду, необходимо пропустить через фильтр исследуемую воду в количестве, равном 1,5–2 объема фильтра. После выполнения данной операции установка считается готовой для выполнения лабораторной работы.

4.3. Умягчение воды

После завершения работ по подготовке установки к работе удаляется вода из емкости умягченной воды и в течение заданного времени проводится фильтрация исследуемой воды через фильтр с установленным расходом. Умягченная вода собирается в емкость. По истечении заданного времени фильтрование прекращается и кран перекрывается. Фильтр промывается 2–3-кратным количеством дистиллированной воды (по отношению к объему фильтра) и затем заполняется дистиллированной водой.

4.4. Анализ умягченной воды

Для оценки эффективности проведенного процесса умягчения воды отбираются пробы умягченной воды и подвергаются анализу как в пунктах 4.1.1 и 4.1.2.

5. Обработка результатов

5.1. Вычисление общей жесткости воды

Общую жесткость (X_1), ммоль/л, вычисляют по формуле

$$X_1 = \frac{0,025 \cdot k \cdot a}{V} \cdot 1000,$$

где a – объем 0,025 М раствора комплексона, израсходованного на титрование, мл; k – поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора комплексона III к точно 0,025 М; V – объем пробы воды, взятой для титрования, мл.

5.2. Вычисление содержания кальция

Содержание кальций-ионов (X_{Ca}), ммоль/л, вычисляют по формуле

$$X_{Ca} = \frac{0,025 \cdot k \cdot a}{V} \cdot 1000,$$

где a – объем 0,025 М раствора комплексона, израсходованного на титрование, мл; k – поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора комплексона III к точно 0,025 М; V – объем пробы воды, взятой для титрования, мл.

5.3. Вычисление содержания магния

Содержание магния в воде X_{Mg} , ммоль/л, находят по разности:

$$X_{Mg} = X_1 - X_{Ca}.$$

5.4. Определение эффективности умягчения воды

Эффективность умягчения воды (%) определяют отдельно для жесткости (\mathcal{E}_1), кальция (\mathcal{E}_{Ca}) и магния (\mathcal{E}_{Mg}) по формулам

$$\mathcal{E}_1 = \frac{X_1^0 - X_1}{X_1^0} \cdot 100,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Ca}} = \frac{X_{\text{Ca}}^0 - X_{\text{Ca}}}{X_{\text{Ca}}^0} \cdot 100,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Mg}} = \frac{X_{\text{Mg}}^0 - X_{\text{Mg}}}{X_{\text{Mg}}^0} \cdot 100,$$

где X_1^0 , X_{Ca}^0 , X_{Mg}^0 – соответственно жесткость исходной воды, содержание в ней кальция и магния; X_1 , X_{Ca} , X_{Mg} – соответственно жесткость очищенной воды, содержание в ней кальция и магния.

6. Требования к отчету

Материалы лабораторной работы должны быть оформлены в виде отчета в одном рабочем журнале, для которого студент выделяет специальную тетрадь с указанием фамилии и группы.

Отчет должен содержать:

- Название работы, дату выполнения.
- Этапы работы.
- Схему установки и ее описание.
- Условия выполнения работы.
- Перечень применяемых в работе реактивов, посуды и т. п. с указанием поправочных коэффициентов к стандартным растворам.
- Четкую запись результатов титрований.
- Промежуточные и конечные расчеты.
- Итоговые таблицы результатов выполнения работы по следующим формам.

Таблица 1

Результаты анализа воды

Номер опыта	Исходная вода			Умягченная вода		
	жесткость, ммоль/л	кальций, ммоль/л	магний, ммоль/л	жесткость, ммоль/л	кальций, ммоль/л	магний, ммоль/л

Таблица 2

Условия выполнения и результаты работы

Номер опыта	Условия работы		Эффективность очистки, %		
	скорость фильтрации, мл/с	объем умягченной воды, мл	жесткость	кальций	магний

7. Контрольные вопросы

1. Какие свойства воды характеризуют показатели: общая жесткость, постоянная жесткость, временная жесткость, карбонатная жесткость, некарбонатная жесткость?

2. Соединения каких элементов обуславливают жесткость воды?

3. К каким нежелательным последствиям приводит использование жестких вод в быту и промышленности?

4. К изменению каких свойств воды приводит процесс ее умягчения?

5. Какие существуют методы умягчения воды?

6. Какие вещества называются ионитами?

7. На какие группы разделяются иониты по составу?

8. На какие виды разделяются иониты по знаку заряда обменивающихся ионов?

9. Какие иониты используются в процессе умягчения воды?

10. Напишите основные химические реакции процесса ионообменного умягчения воды.

Список рекомендуемой литературы

1. Вершинин В. И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 428 с.
2. Попова Л. Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии: учебное пособие. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2014. – 264 с.
3. Сибагатуллина А. М. Водоснабжение: учебное пособие. Ч. 2. Водоподготовка. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – 152 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД НА ТВЕРДЫХ СОРБЕНТАХ

1. Цель и содержание работы

Работа предназначена для ознакомления студентов с адсорбционной очисткой природных и сточных вод и аналитическим контролем за этим процессом.

Студенты на лабораторной установке, моделирующей адсорбционный фильтр, проводят очистку воды, загрязненной химическим веществом, определяют эффективность процесса очистки и изучают влияние на него отдельных факторов: природы сорбента, природы загрязнителя и его концентрации в воде, скорости фильтрования воды и др.

2. Теоретические положения

Сорбция – процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью. Поглощающее тело называется **сорбентом**, а поглощаемое вещество – **сорбатом**. Различают поглощение вещества всей массой жидкого сорбента (**абсорбция**) и поверхностным слоем твердого или жидкого сорбента (**адсорбция**). Сорбция, сопровождающаяся химическим взаимодействием сорбента с поглощаемым веществом, называется **хемосорбцией**.

Адсорбция представляет собой один из самых эффективных методов глубокой очистки природных и сточных вод от растворенных органических веществ. Преимуществами этого метода являются возможность адсорбции веществ из многокомпонентных смесей и, кроме того, высокая эффективность очистки, особенно слабоконцентрированных сточных вод. Адсорбционные методы весьма эффективны для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей утилизацией.

Адсорбция растворенных веществ – результат перехода молекулы растворенного вещества из раствора на поверхность твер-

дого тела под действием силового поля поверхности. При этом наблюдаются два вида межмолекулярного взаимодействия: молекул растворенного вещества с молекулами (или атомами) поверхности сорбента и молекул растворенного вещества с молекулами воды в растворе (гидратация). Разность этих двух сил межмолекулярного взаимодействия и есть та сила, с которой удерживается извлеченное из раствора вещество на поверхности сорбента. Чем больше энергия гидратации молекул растворенного вещества, тем большее противодействие испытывают эти молекулы при переходе на поверхность сорбента и тем слабее адсорбируется вещество из раствора.

Сорбционная очистка природных и сточных вод наиболее рациональна, если в них содержатся преимущественно ароматические соединения, неэлектролиты или гидрофобные (например, содержащие хлор или нитрогруппы) алифатические соединения. При содержании в природных и сточных водах только неорганических соединений, а также низших одноатомных спиртов этот метод не применим.

В качестве сорбентов применяют различные искусственные и природные сорбенты: золу, коксовую мелочь, торф, силикагели и др. Эффективными сорбентами являются активированные угли различных марок. Пористость таких углей составляет 60–75 %, а удельная поверхность – 400–900 м²/г.

Процесс сорбции может осуществляться в статических условиях, при которых частица жидкости не перемещается относительно частицы сорбента, т. е. движется вместе с последней (аппараты с перемешивающими устройствами), а также в динамических условиях, при которых частица жидкости перемещается относительно сорбента. В соответствии с этим различают статическую и динамическую активность (емкость) сорбента.

Статическая емкость сорбента характеризуется максимальным количеством вещества, поглощенного единицей объема или массы сорбента к моменту достижения равновесия при постоянной температуре жидкости и начальной концентрации вещества.

Динамическая емкость характеризуется максимальным количеством вещества, поглощенного единицей объема или массы сорбента до момента появления сорбируемого вещества в филь-

трате при пропуске загрязненной сточной воды через слой сорбента. Динамическая емкость в промышленных адсорберах составляет 45–90 % статической.

Наиболее простым аппаратом для адсорбционной очистки природных и сточных вод является насыпной фильтр с неподвижным слоем сорбента, через который фильтруется вода. Скорость фильтрования зависит от концентрации растворенных в воде веществ и составляет 1–12 м/ч; крупность зерен сорбента – 0,8–5 мм.

Контроль за процессом сорбционной очистки осуществляют по содержанию загрязняющих веществ в воде до и после очистки. Определение содержания в воде многих химических веществ представляет собой достаточно сложную задачу, требующую специального аналитического оборудования, химических реактивов и значительных затрат времени на выполнение анализа. Поэтому для оценки степени загрязнения воды часто используют интегральные показатели, отражающие суммарное загрязнение воды химическими веществами.

В зависимости от степени загрязнения вода содержит вещества, окисляющиеся сильными окислителями (например, перманганатом, бихроматом и др.). Количество кислорода, эквивалентное расходу окислителя на окисление загрязнений, называется окисляемостью. Показатель, выражающий количественное значение этой величины, называется **химическим потреблением кислорода (ХПК)**. Он характеризует суммарное содержание примесей (главным образом органических), способных подвергаться окислению. Окисляясь, примеси расходуют растворенный в воде кислород, что ухудшает качество воды (например, для водоемов рыбохозяйственного значения). ХПК обязательно контролируемый санитарными экологическими службами показатель качества сточных, оборотных и природных вод. Зная ХПК, устанавливают, насколько опасны те или иные стоки, чтобы ограничить их сброс в данный водоем и области дальнейшего использования этой воды.

В зависимости от применяемого окислителя различают окисляемость **перманганатную** и **бихроматную**. Все эти методы условны, поэтому необходимо точно соблюдать ход определения.

Результаты, полученные разными методами, могут быть различными для одной и той же пробы вследствие неодинаковой степени окисления, которая зависит от свойств окислителя, его концентрации, температуры, pH и др.

Для определения общей окисляемости сточных вод применяется метод окисляемости бихроматом калия (бихроматный метод). Для определения окисляемости питьевых и поверхностных вод в пределах до 100 мг кислорода в 1 л применяется метод окисляемости перманганатом калия (перманганатный метод).

Чистые подземные воды характеризуются перманганатной окисляемостью 3–8 мг $O_2/дм^3$, чистые поверхностные воды – 8–12 мг $O_2/дм^3$, умеренно загрязненные поверхностные воды – 20–35 мг $O_2/дм^3$, сильно загрязненные – до 100 мг $O_2/дм^3$ и выше.

3. Реактивы, посуда и оборудование

Реактивы:

- Серная кислота, разбавленные растворы (1:2; 1:3).
- Щавелевая кислота, 0,01 н. раствор.
- Перманганат калия, 0,01 н. раствор.

Посуда и оборудование:

- Две колбы для титрования 250 мл.
- Бюретка 25 мл.
- Пипетка 25 мл.
- Цилиндр 10 мл.
- Резиновая груша.
- Шпатель.
- Стекланные шарики или обожжённая пемза («кипелки»).

4. Порядок работы

К выполнению работы студенты приступают после изучения настоящей методики и ознакомления с условиями проведения работы и установкой, на которой она выполняется, и с результатами, которые должны быть достигнуты в ходе выполнения работы.

Перед началом выполнения работы студентам задаются следующие условия ее выполнения:

- * тип адсорбента, применяемого для очистки воды (активированный уголь, шлак, цеолит и др.);
- * линейная скорость фильтрования воды через слой адсорбента в фильтре, м/ч;
- * объем воды, подвергаемой очистке в опыте, л.

Результатами выполнения работы является ХПК исходной и очищенной воды.

4.1. Анализ исходной воды

Отбираются пробы исходной воды и подвергаются анализу на ХПК. Определение ХПК проводят перманганатным методом (метод Кубеля).

Метод основан на окислении веществ, присутствующих в пробе воды, раствором перманганата калия в сернокислой среде при кипячении. Количество оставшегося после реакции перманганата калия определяют приемом обратного титрования – после кипячения к раствору приливают щавелевую кислоту, часть ее реагирует с перманганатом калия, а оставшийся избыток оттитровывают раствором KMnO_4 из бюретки.

Результаты определения окисляемости выражают в миллиграммах кислорода, эквивалентного расходу окислителя на 1 л пробы. При записи результатов анализа следует указать примененный метод.

Пробы воды, отобранной для анализа, консервируют добавлением 2 мл разбавленной (1:2) H_2SO_4 на 100 мл пробы. Пробы питьевых вод консервируют, если они не обрабатываются в течение 48 ч. Пробы поверхностных вод консервируют, если их не предполагают обрабатывать в течение суток. Пробы сточных вод и сильно загрязненных поверхностных вод консервируют в том случае, если они не будут обработаны в тот же день.

4.1.1. Определение ХПК

- Подготавливают к работе бюретку и заливают в нее 0,01 н. раствор KMnO_4 .
- На дно колбы для титрования аккуратно помещают несколько стеклянных «кипелок».
- Пипеткой или мерным цилиндром отбирают 100 мл анализируемой воды и переносят в колбу.
- Приливают в колбу из бюретки 20 мл 0,01 н. раствора KMnO_4 .
- Добавляют в колбу цилиндром 5 мл H_2SO_4 (1:3).
- Ставят колбу с пробой на предварительно разогретую электроплитку, доводят раствор до кипения и кипятят ровно 10 мин.
- К горячему раствору пипеткой добавляют 20 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Раствор должен обесцветиться.
- Горячий обесцвеченный раствор оттитровывают из бюретки 0,01 н. раствором KMnO_4 до появления устойчивого в течение 30 секунд слабо-розового окрашивания.

Если раствор при кипячении обесцветится или побуреет, определение повторяют, предварительно разбавив пробу исследуемой воды.

4.2. Подготовка установки к проведению работы

Работа по сорбционной очистке воды выполняется на лабораторной установке. Адсорбционный фильтр перед работой заполнен адсорбентом и залит дистиллированной водой.

Исходную воду с окисляемостью до 100 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$ через воронку наливают в ионообменный фильтр со слоем зернистого ионита. Фильтр представляет собой стеклянную колонку диаметром 20–40 мм с пористой перегородкой в нижней части, заполненную адсорбентом. В качестве адсорбента могут быть использованы: активированный уголь, шлак, кокс и другие материалы с размерами частиц 0,5–4 мм, обладающие способностью к сорбции органических веществ из водных сред.

Расход воды, соответствующий заданной скорости фильтрования, устанавливается с помощью крана. Очищенная вода собирается в емкости.

Подготовка установки к проведению работы включает:

- * установку расхода воды через фильтр, который соответствует заданной скорости фильтрования;

- * заполнение фильтра исследуемой водой.

Расход воды, мл/мин, подаваемой в фильтр, определяется по формуле

$$q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \omega}{4} \cdot \frac{10^6}{60},$$

где ω – заданная скорость фильтрования воды через слой загрузки в фильтре, м/ч; D – внутренний диаметр фильтра, м; 10^6 – коэффициент пересчета кубических метров в миллилитры; 60 – коэффициент пересчета часа в минуты.

Установка требуемого расхода производится на дистиллированной воде. Для этого определяется, сколько воды должно быть пропущено через фильтр за выбранное время (за 1 мин, за 30 с и т. д.). Затем кран устанавливается в произвольное положение. Из емкости в течение выбранного времени через фильтр пропускается дистиллированная вода, которая собирается в емкость. С помощью мерного стакана измеряется объем воды, прошедшей через фильтр за выбранное время. Если этот объем оказывается меньше значения q , то с помощью крана расход воды через фильтр увеличивается, если больше, то подача воды в фильтр уменьшается. Данная операция повторяется до тех пор, пока расход воды через фильтр за выбранное время не совпадет с требуемым по условиям выполнения работы расходом.

После установки требуемого расхода воды фильтр остается заполненным дистиллированной водой. Для того чтобы в процессе выполнения работы были получены достоверные результаты, перед началом ее выполнения, дистиллированная вода замещается на исследуемую воду. Для этого исследуемая вода заливается в емкость и с установленным расходом подается в фильтр. Для того чтобы полностью удалить из фильтра дистиллированную воду,

необходимо пропустить через фильтр исследуемую воду в количестве, равном 1,5-2 объема фильтра. После выполнения данной операции установка считается готовой для выполнения лабораторной работы.

4.3. Очистка воды

После завершения работ по подготовке установки к работе в течение заданного времени проводится фильтрация исследуемой воды из емкости через фильтр с установленным расходом. Очищенная вода собирается в емкости. По истечении заданного времени фильтрование прекращается и кран перекрывается. Фильтр промывается 2–3-кратным количеством дистиллированной воды (по отношению к объему фильтра) и затем заполняется дистиллированной водой.

4.4. Анализ очищенной воды

Для оценки эффективности проведенного процесса очистки воды отбираются пробы очищенной воды и подвергаются анализу как в пункте 4.1.1.

5. Обработка результатов

5.1. Расчет окисляемости

Окисляемость по Кубелю X (мг $O_2/дм^3$) вычисляют по формуле

$$X = \frac{a \cdot 0,01 \cdot k \cdot 8 \cdot 1000}{V} = \frac{a \cdot k \cdot 80}{V},$$

где a – количество 0,01 н. раствора перманганата калия, израсходованное на титрование пробы; k – поправочный коэффициент для приведения нормальности раствора перманганата к точно 0,01 н.; V – объем пробы, взятой для определения, мл.

5.2. Округление результатов

Результаты округляют с точностью до 0,1 мг при значениях окисляемости от 0 до 10 мг кислорода в 1 л и до 1 мг – при значениях от 10 до 100 мг кислорода в 1 л.

5.3. Определение эффективности очистки воды

Эффективность очистки, %, определяют по формуле

$$\mathcal{E}_1 = \frac{X_1^0 - X_1}{X_1^0} \cdot 100,$$

где X_1^0 , X_1 – ХПК соответственно исходной и очищенной воды.

6. Требования к отчету

Материалы лабораторной работы должны быть оформлены в виде отчета в одном рабочем журнале, для которого студент выделяет специальную тетрадь с указанием фамилии и группы.

Отчет должен содержать:

- Название работы, дату выполнения.
- Этапы работы.
- Схему установки и ее описание.
- Условия выполнения работы.
- Перечень применяемых в работе реактивов, с указанием поправочных коэффициентов к стандартным растворам, посуды и оборудования.
- Четкую запись результатов титрований.
- Промежуточные и конечные расчеты.
- Итоговую таблицу результатов выполнения групповой работы по следующей форме.

Результаты выполнения работы

Номер опыта	Условия опыта		ХПК, мг O ₂ /дм ³		Эффективность очистки, %
	скорость фильтрации, мл/с	объем очищенной воды, мл	исходной воды	очищенной воды	
1					

7. Контрольные вопросы

1. Какой процесс называется адсорбцией?
2. Какой процесс называется абсорбцией?
3. Какой процесс называется хемосорбцией?
4. Для каких целей применяется процесс адсорбции?
5. Какие механизмы лежат в основе процесса адсорбции?
6. Какие вещества используются в качестве адсорбентов?
7. Какие показатели характеризуют способность адсорбента поглощать вещества из водных сред?
8. В каких аппаратах осуществляется процесс адсорбции?
9. Какой показатель называется окисляемостью воды?
10. Какие существуют виды окисляемости воды?
11. Содержание каких соединений в воде характеризует показатель ХПК?
12. Какой метод определения ХПК используют при анализе питьевых и природных вод и в чем его сущность?

Список рекомендуемой литературы

1. Вершинин В. И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 428 с.
2. Попова Л. Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии: учебное пособие. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2014. – 264 с.
3. Сибагатуллина А. М. Водоснабжение: учебное пособие. Ч. 2. Водоподготовка. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – 152 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

АНАЛИЗ ПОЧВЫ

1. Цель работы

Работа предназначена для ознакомления студентов с методами анализа почвы. По результатам анализов делают вывод о свойствах почвы и содержании в ней отдельных веществ. Познавая ее свойства, закономерности развития почвообразовательного процесса и природного плодородия можно системой мероприятий сознательно регулировать процесс развития почвы и ее плодородия в желаемом направлении.

2. Теоретические положения

Почва – особое природное образование, обладающее рядом свойств, присущих живой и неживой природе. Почва обладает особым свойством – плодородием, т. е. способностью удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха и тепла для нормальной деятельности. Особое положение почвы определяется тем, что в ее состав входят как минеральные, так и органические вещества, большая группа специфических органических и органоминеральных соединений – почвенный гумус, а также живые организмы (почвообитающие насекомые, микроорганизмы, корневые системы растений).

Источник минеральных соединений почвы – горные породы, из которых слагается твердая оболочка земной коры – литосфера. Минеральный и химический состав почвообразующей породы оказывает влияние на ход химических процессов в почве и формирование ее химического состава. Почвы наследуют геохимические черты исходного материала почвообразующих пород: так, богатство породы кремнеземом сказывается на содержании его в почве; почвы, развивающиеся на карбонатной породе, содержащей значительное количество (до 15–20 %) карбонатов кальция (CaCO_3), имеют и больше кальция; засоленность почвообразую-

щей породы (много сульфатов и хлоридов кальция, магния и натрия) – источник засоления почвы.

Органические вещества поступают в почву в результате жизнедеятельности растительных и животных организмов, населяющих почву. Взаимодействие минеральных и органических веществ создает сложный комплекс органоминеральных соединений почвы.

Минеральная часть составляет 80–90 % и более массы почв и только в органогенных почвах снижается до 10 % и менее. В составе почв обнаружены почти все известные химические элементы.

Химический состав почв оказывает большое влияние на их плодородие, как непосредственно, так и определяя те или иные свойства почвы, имеющие решающее значение в жизни растений. С одной стороны, это может быть дефицит тех или иных элементов питания растений, например, фосфора, азота, калия, железа, некоторых микроэлементов; с другой – токсичный для растений избыток, как в случае засоления почв.

Содержание кремния в почве определяется, главным образом, присутствием в почве кварца и, в меньшей степени, силикатов (соли кремниевой кислоты) и алюмосиликатов. В ряде случаев может присутствовать аморфный кремнезем в виде опала или халцедона. Наиболее распространенное соединение кремния в почвах – кварц ($\alpha\text{-SiO}_2$). Валовое содержание кварца в почве колеблется от 40–70 % в глинистых почвах, до 90–98 % в песчаных. Растворенный кремнезем используют растения. Злаки накапливают до 3 % кремнезема от сухого вещества. Часть растворенного кремнезема вымывается из почвы, другая часть осаждается.

Содержание алюминия в почвах обусловлено присутствием полевых шпатов и глинистых минералов и отчасти некоторых других богатых алюминием минералов, например, эпидотов, граната, слюд, корунда. Может присутствовать и свободный глинозем в виде разнообразных гидроксидов алюминия в аморфной или кристаллической форме. Валовое содержание Al_2O_3 в почвах обычно колеблется от 1–2 до 15–20 %, а в ферраллитных почвах тропиков и бокситах может превысить 40 %. В кислой среде гидроокись алюминия отрицательно сказывается на росте растений.

Железо является компонентом магнетита, гематита, титаномагнетита, глауконита, роговых обманок, пироксенов, биотита, хлоритов, глинистых минералов. Железо в почвах встречается в составе силикатов, в виде гидрооксидов и оксидов, простых солей, в составе органоминеральных комплексов. Общее содержание в почве Fe_2O_3 колеблется в очень широких пределах от 0,5–1,0 до 20–50 %. Это абсолютно необходимый для жизни растений элемент, т. к. без железа не образуется хлорофилл. Однако повышенная растворимость соединений железа угнетает растения.

Содержание кальция в бескарбонатных суглинистых почвах составляет 1–3 % и определяется, главным образом, присутствием глинистых минералов, а также гумусом и органическими остатками. В ряде случаев его повышенное валовое содержание может быть обусловлено присутствием в крупных фракциях обломков карбонатных пород и первичных кальцийсодержащих минералов (кальцита – $CaCO_3$, гипса). Кальций имеет большое значение в создании благоприятных для растений физических, физико-химических и биологических свойств почвы.

Валовое содержание магния в почве обычно близко к содержанию кальция и обусловлено главным образом присутствием глинистых минералов (таких как вермикулит, хлорит). В крупной фракции магний содержится в обломках доломитов, оливине, роговых обманках, пироксенах; в почве аридной зоны много магния аккумулируется при засолении почв в виде хлоридов и сульфатов. Кальций и магний в почве находятся в кристаллической решетке минералов, в обменно-поглощенном состоянии и в форме простых солей (хлоридов, нитратов, карбонатов, сульфатов и фосфатов). Недостаток магния вызывает пожелтение и пятнистость листьев у растений.

Содержание калия составляет в почвах 2–3 %. Присутствует он чаще в глинистых минералах тонкодисперсных фракций, особенно в гидрослюдах, а также в составе таких первичных минералов крупной фракции, как биотит, мусковит, калиевые полевые шпаты. Наряду с кальцием калий относится к числу органоенов, необходимых для развития растений. Основная часть калия в почве входит в состав кристаллической решетки минералов в малодоступной для растений форме. Калий содержится в почве

также в поглощенном состоянии и в форме простых солей. Недостаток калия в почвах вызывает изменение окраски листьев у растений, отмирание краев листьев и их высыхание. Рост растения сильно угнетается. Растения поражаются ржавчинными грибами и мучнистой росой.

Валовое содержание в почве натрия обычно около 1–3 %. В почве натрий присутствует в составе минералов, преимущественно в натрийсодержащих полевых шпатах. В засоленных почвах сухостепной и аридных зон натрий может присутствовать в виде хлоридов или входить в поглощающий комплекс почв.

Кислород входит в состав большинства минералов почвы, является одним из основных элементов органических веществ почвы и воды.

Азот входит в состав всех белковых веществ и других органических веществ живой клетки. Основная масса азота почв сосредоточена в органическом веществе. В большинстве почв этот элемент составляет $1/40$ – $1/20$ часть гумуса. Накопление азота в почве обусловлено аккумуляцией его из атмосферы. Минеральный азот представлен солями аммония и нитратами. Растения поглощают азот в форме нитрат-ионов (NO_3^-) и ионов аммония (NH_4^+). Недостаток азота в почвах задерживает рост растений. Листья остаются мелкими и желто-зелеными. Цветочных почек мало, а плоды лишены семян. Обеспеченность растений азотом зависит от скорости разложения минерализующихся органических веществ. По содержанию в растениях азот занимает первое место из элементов питания, получаемых из почвы.

Фосфор входит в состав многих органических соединений, без которых невозможна жизнедеятельность организмов. В почвах фосфор содержится в органических и минеральных соединениях. Органические соединения представлены фитином, нуклеиновыми кислотами, нуклеопротеидами, фосфатидами и т. д., минеральные – солями кальция, магния, железа и алюминия. Фосфор в почве входит в состав апатита, фосфорита и вивианита. Апатит встречается во многих магматических породах и составляет 95 % соединений фосфора в земной коре. Минеральные фосфаты являются основным источником фосфора для растений. Фосфор органических соединений усваивается только после их

минерализации. Наиболее благоприятная реакция среды для усвоения растениями фосфат – ионов слабокислая (рН 6–6,5).

Сера входит в состав белковых веществ, эфирных масел, находится в почве в виде сульфатов, сульфидов. Потребности растений в сере небольшие, меньше, чем в фосфоре. В почве ее содержание колеблется от 0,01 до 2 %.

Количество микроэлементов в почве, прежде всего, определяется их содержанием в исходной почвообразующей породе. На их дальнейшее перераспределение влияет почвообразовательный процесс. Заметное обогащение почв отдельными микроэлементами может наблюдаться вблизи рудных месторождений, в зонах деятельности вулканов. Отдельные микроэлементы могут поступать в почву при внесении удобрений и применении пестицидов, а также в результате техногенного загрязнения территории.

В почвах микроэлементы содержатся в различных формах: в кристаллической решетке минералов в виде изоморфной подмеси, в форме солей и оксидов, в составе органических веществ, в ионообменном состоянии и в растворимой форме в почвенном растворе. Для растений особенно важны такие микроэлементы, как марганец, бор, молибден, медь, цинк. При недостатке бора затрудняется прорастание пыльцевых трубок, опадает завязь, снижается урожай семян, растения поражаются болезнями. Недостаток марганца вызывает хлороз, или бурую пятнистость, листьев у овса, картофеля, шпината, гороха, плодовых культур. Недостаток цинка способствует развитию «розеточной болезни» листопадных растений. Почва является первоисточником микроэлементов в растениях. Огромная роль в миграции микроэлементов и их биологической аккумуляции принадлежит высшим и низшим растениям, которые извлекают микроэлементы из нижних горизонтов почв и переносят их в верхние горизонты. В биогенной аккумуляции микроэлементов в почвах велика роль растений – концентраторов, извлекающих определенные микроэлементы в значительных количествах. На подвижность микроэлементов в почве и их доступность растениям оказывают влияние реакция среды (рН), окислительно-восстановительные условия, концентрация CO_2 и органическое вещество почвы.

3. Реактивы, посуда и оборудование

Реактивы:

- * Серная кислота (H_2SO_4), ч.д.а. – 10 % раствор;
- * Серная кислота (H_2SO_4), ч.д.а. – 0,01 н. раствор;
- * Раствор дифениламина ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NHC}_6\text{H}_5$) и серной кислоты (H_2SO_4) конц.;
- * Нитрат серебра (AgNO_3), ч.д.а. – 5 % раствор;
- * Хлорид бария (BaCl_2), ч.д.а. – 10 % раствор;
- * Щавелевокислый аммоний ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$), ч.д.а. – 4 % раствор;
- * Метилловый оранжевый;

Посуда и оборудование:

- * Колба коническая емкостью 250 мл;
- * Бюретка 25 мл;
- * Пипетка 1 мл;
- * Пипетка капельная;
- * Цилиндры 10 мл и 25 мл;
- * Водяная баня;
- * Весы с разновесами;
- * Электроплитка;
- * Встряхиватель;
- * Воронка;
- * Фарфоровая ступка с пестиком;
- * рН-метр;
- * Фильтровальная бумага.

4. Порядок работы

Студенты по нижеприведенной методике отбирают пробу почвы, приготавливают из нее водную вытяжку и проводят качественный и количественный анализ вытяжки.

4.1. Подготовка почвы к анализу

О свойствах исследуемой почвы судят по результатам анализа. Поэтому очень важно правильно взять образец почвы и умело подготовить его к анализу.

Большинство анализов проводят с образцами почвы в воздушно-сухом состоянии, измельченной в ступке и просеянной через сито с отверстиями 1 мм. Для определения содержания азота и гумуса, а также для механического состава требуется специальная подготовка образцов почв.

Образец почвы 500–1000 г распределяют тонким слоем на листе бумаги. Крупные комочки почвы в образце раздавливают руками, тщательно отбирают корни, включения и новообразования. Почву доводят до воздушно-сухого состояния в чистом и сухом помещении, не содержащем в воздухе пыли и газов (NH_3 , HCl и др.), и просеивают через сито в 1 мм. Из приготовленной, таким образом, почвы берут пробы для проведения анализов.

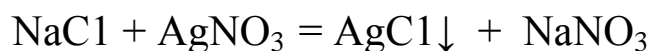
4.2. Приготовление водной вытяжки

В ступку насыпают 50–100 г отобранной пробы почвы, измельчают ее до мелкодисперсного состояния. На технических весах отвешивают 20 г воздушно-сухой измельченной почвы, переносят ее в колбу и приливают 100 мл дистиллированной воды. Колбу закрывают пробкой, взбалтывают содержимое в течение 3 мин и вытяжку фильтруют через фильтр из плотной бумаги. Чтобы фильтрат был прозрачный, на фильтр переносят часть почвы. Если первые порции фильтрата мутные, то их снова выливают на фильтр. Для анализа собирают только прозрачный фильтрат.

4.3. Качественное определение хлор-иона

В калиброванную пробирку берут 5 мл водной вытяжки и подкисляют ее двумя каплями 10 % раствора H_2SO_4 . Прибавляют несколько капель 5 % раствора AgNO_3 и содержимое перемешивают. О присутствии хлор-иона судят по образовавшемуся осадку или мути AgCl .

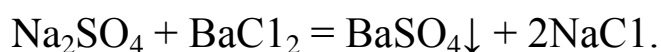
Реакцию осаждения хлор-иона можно представить уравнением



По количеству выпавшего осадка отмечают: мало, много, очень много.

4.4. Качественное определение сульфат-иона

В калиброванную пробирку отбирают 10 мл водной вытяжки. Приливают 1 мл 10 % раствора $BaCl_2$ и нагревают на водяной бане 1 мин. Если в водной вытяжке находятся сернокислые соли, то выпадает белая муть – осадок сернокислого бария, реакцию образования которого можно представить уравнением

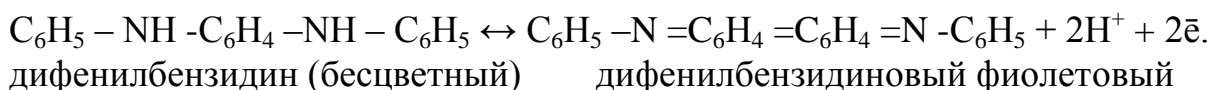
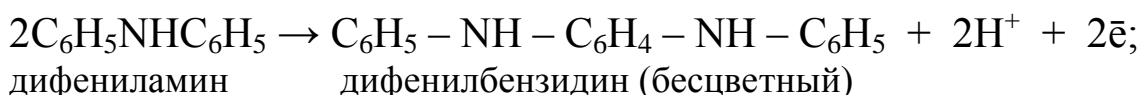


По количеству выпавшего осадка отмечают: мало, много, очень много.

4.5. Качественное определение нитрат-иона

На стеклянную пластинку наносят 3-4 капли раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте и каплю водной почвенной вытяжки. В присутствии нитрат-иона смесь окрашивается в ярко-синий цвет, который через некоторое время переходит в бурый и, наконец, в желтый. Нитрат-ион переводит данный органический реагент в продукт его окисления дифенилбензидиновый фиолетовый, который далее необратимо разрушается до продуктов реакции бурого, а затем желтого цвета.

Интенсивность окраски зависит от содержания нитратов в водной вытяжке.

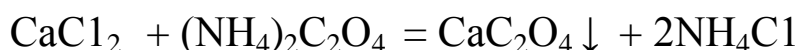


По интенсивности окрашивания отмечают содержание нитрат-иона: мало, много, очень много.

4.6. Качественное определение кальций-иона

В калиброванную пробирку берут 5 мл водной вытяжки и приливают 5 мл 4 % раствора щавелевокислого аммония. Доводят содержимое пробирки до кипения. По образовавшейся белой мути или осадку в виде щавелевокислого кальция судят о присутствии кальция.

Реакцию его осаждения можно представить следующим образом:



По количеству выпавшего осадка отмечают: мало, много, очень много.

4.7. Определение кислотности почвы

Кислотность почвы обусловлена ионами водорода. Количественно она может быть выражена величиной рН. При нейтральной реакции раствора рН = 7, при кислой рН < 7, при щелочной рН > 7. Величину рН можно определить колориметрическим и потенциометрическим методами.

Определение рН водной вытяжки колориметрическим методом:

- в пробирку наливают водную вытяжку на 75–90 % ее объема.
- в пробирку помещают универсальную индикаторную бумагу, смачивают ее водной вытяжкой и выдерживают 1 мин.
- определяют рН водной вытяжки, сравнивая цвет смоченной части индикаторной бумаги с цветной стандартной шкалой. Для этого на шкале находят эталон, окраска которого близка к окраске испытуемой жидкости.

Универсальная индикаторная бумага позволяет определять рН исследуемой жидкости с точностью до 0,1 рН. Величина рН испытуемой жидкости будет та, которая обозначена на полоске стандартной шкалы, ближе всех подошедшей по окраске. Если окраска индикаторной бумаги является промежуточной между окраской двух соседних полосок стандартной шкалы, то берут

среднее из значений рН, соответствующих этим полоскам. Например, если окраска индикаторной бумаги является промежуточной между окраской полосок эталонной шкалы с рН 4,9 и 5,0, то рН испытуемой жидкости будет равняться 4,95.

Определение рН водной вытяжки потенциометрическим методом:

- калибруют рН-метр по дистиллированной воде (рН~7).
- опускают электрод в пробирку с водной вытяжкой и измеряют значение рН.

Сравнивают показания рН измеренных колориметрическим и потенциометрическим методами.

4.8. Определение общей щелочности

Общую щелочность определяют титрованием водной вытяжки 0,01 н. раствором H_2SO_4 в присутствии метилоранжа.

Отбирают пипеткой по 25 мл водной вытяжки в две конические колбы по 100 мл, приливают в каждую по 1–2 капли метилоранжа. Титруют вытяжку в одной из колб 0,01 н. раствором H_2SO_4 до слабозеленого окрашивания. Изменение окраски от желтой (в нейтральной и слабокислой среде) до слабозеленой (в кислой среде) трудноуловимо. Для более точного определения конца титрования берут вторую колбу. Она служит для сравнения изменения окраски титруемой жидкости (свидетель). Обе колбы ставят на лист белой бумаги. Тщательно следят за изменением окраски водной вытяжки в колбе, в которую приливают кислоту. Как только водная вытяжка слегка порозовеет, титрование заканчивают.

Вычисляют общую щелочность в процентах HCO_3^- по уравнению

$$a = \frac{b \cdot K \cdot N \cdot 61 V_{\text{общ}}}{V_{\text{пр}} \cdot G_{\text{пр}} \cdot 1000} \cdot 100$$

где b – объем кислоты, израсходованной на титрование, мл; K – поправочный коэффициент приведения нормальности кислоты к

точно заданному значению; N – нормальность кислоты, используемой при титровании; $V_{\text{общ}}$ – объем воды, взятой для приготовления водной вытяжки, мл; $V_{\text{пр}}$ – объем пробы водной вытяжки, взятой на титрование, мл; $G_{\text{пр}}$ – масса навески почвы, взятой для приготовления водной вытяжки, г; 61 – эквивалент иона HCO_3^- , определяющего щелочность почвы.

5. Требования к отчету

Материалы лабораторной работы должны быть оформлены в виде отчета в одном рабочем журнале, для которого студент выделяет специальную тетрадь с указанием фамилии и группы.

Отчет должен содержать:

- название работы, дату выполнения;
- краткое изложение теоретических основ с приведением основных химических реакций;
- этапы работы;
- условия выполнения работы;
- перечень применяемых в работе реактивов, с указанием поправочных коэффициентов к стандартным растворам, посуды и оборудования;
- четкую запись результатов титрований;
- промежуточные и конечные расчеты.

6. Контрольные вопросы

1. Какие вещества входят в состав почвы?
2. В состав каких соединений в почве входят азот, фосфор, сера, калий, кальций, натрий?
3. На что оказывает влияние химический состав почв?
4. Какова причина засоления почв?
5. Чем обусловлена кислотность почв и какие есть методы ее определения?
6. Как определить общую щелочность почв?
7. Как определить хлор-ионы?
8. Как определить сульфат-ионы?
9. Как определить нитрат-ионы?

10. Как определить кальций-ион?
11. От каких факторов зависит качество водной вытяжки?

Список рекомендуемой литературы

1. Вершинин В. И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 428 с.
2. Попова Л. Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии: учебное пособие. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2014. – 264 с.
3. Околелова А. А. Экологическое почвоведение: учебное пособие / А. А. Околелова, В. Ф. Желтобрюхов, Г. С. Егорова. – Волгоград: ВГТУ, 2014. – 276 с.
4. Галактионова, Л. В. Химия почв [Электронный ресурс] : практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 021900.62 Почвоведение / Л. В. Галактионова, Т. М. Достова. – Оренбург : ОГУ. – 2013. – 144 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ

1. Цель и содержание работы

Цель работы – научиться определять количество органического вещества в различных почвах фотоэлектроколориметрическим методом.

2. Теоретические положения

2.1. Общее органическое вещество почвы

Органическое вещество почвы – это совокупность живой биомассы и органических остатков растений, животных, микроорганизмов, продуктов их метаболизма и специфических новообразованных органических веществ почвы – гумуса.

Под термином «гумус» (от лат. – земля, почва) понимают темноокрашенное органическое вещество почвы (перегной), образующееся в результате биохимического разложения растительных и животных остатков и накапливающееся в верхнем почвенном горизонте. Гумус составляет основную часть (85–90%) органического вещества почвы. Гумусовые вещества делятся на три большие группы: фульвокислоты, гуминовые кислоты и гумин. Гумусовые вещества представляют собой смесь различных по составу и свойствам высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений, объединенных общностью происхождения, некоторыми свойствами и чертами строения.

Содержание гумуса в гумусных горизонтах, %

Очень высокое	> 10
Высокое	6–10
Среднее	4–6
Низкое	2–4
Очень низкое	< 2

Органическое вещество почвы и его главнейший и специфический компонент гумус являются не только источниками всех элементов питания растений, но и регуляторами физико-химических и биологических свойств почвы. Гумусное состояние почв служит важным показателем плодородия почв и их устойчивости как компонента биосферы. Потеря гумусовых веществ сопровождается ухудшением агрофизических свойств почвы, уменьшением ее биологической активности, понижением поглощательной способности и количества органического азота и, как следствие, общим снижением уровня плодородия.

Процесс дегумификации человек может ослабить, приостановить и даже способствовать нарастанию содержания гумуса применением не только минеральных, но и органических удобрений, известкованием кислых почв, использованием в севооборотах многолетних трав и других приемов рационального использования почв.

Гумусное состояние почв является объектом мониторинга окружающей среды. Изменение органического вещества в почве не только связано с изменением почвенных свойств и их плодородия, но и отражает влияние негативных процессов, вызывающих деградацию почв.

Содержание гумуса определяют по окисляемости органического вещества. К навеске почвы добавляют окислитель и кипятят. При этом органическое вещество, входящее в состав гумуса, окисляется до углекислого газа и воды. Количество израсходованного окислителя определяют либо титрометрическим методом, либо спектрофотометрическим.

2.2. Правила работы на фотоэлектроколориметре

Методика определения основана на том, что предварительно полученное окрашенное соединение изучаемого иона поглощает свет определенной длины волны пропорционально концентрации этого соединения. В электрофотоколориметрии определяют светопоглощение в видимой области спектра с длиной волн от 400 до 760 нм.

Основным законом колориметрии является закон Бугера-Ламберта-Бера, согласно которому светопоглощение пропорционально концентрации вещества, поглощающего свет, молярному коэффициенту поглощения (экстинкции), толщине слоя раствора, поглощающего свет.

Схема определения количества иона в растворе следующая. Получают окрашенное соединение, заливают его в кюветы и измеряют оптические плотности на фотоколориметре. Сравнивают полученную оптическую плотность исследуемого раствора с неизвестной концентрацией иона с оптическими плотностями таких же растворов, но с известной концентрацией в них данного иона. Рассчитывают по пропорции или по графику содержание определяемого иона в исследуемом растворе.

2.3. Принцип работы электрофотоколориметра

Свет от лампы накаливания через ряд оптических систем направляется на светофильтр. Полученный монохроматический свет направляется в кюветы с раствором и растворителем, в них часть света поглощается. Прошедший через оптические системы свет попадает на фотоэлементы. Величина возникающего тока пропорциональна величине падающего света. Очевидно, что через растворитель проходит света больше, чем через раствор; в системе возникает оптическое неравновесие, которое регистрируется отклонением стрелки гальванометра или расширением темного клина индикаторной лампы. На пути пучка света, проходящего через растворитель, поставлена диафрагма, связанная с отсчетным устройством фотоколориметра. Вращением отсчетного барабана уменьшают диафрагму и добиваются равновесия оптических плотностей и возвращения стрелки гальванометра на нулевую отметку. Отсчет на барабане равен оптической плотности.

2.4. Фотоэлектроколориметр ФЭК-56 и принцип его работы

Фотоэлектрический колориметр ФЭК-56 предназначен для измерения оптической плотности растворов в области спектра от 315 до 630 нм. В качестве монохроматоров служат светофильтры

с узкими полосами пропускания длин волн λ :

№ фильтра	1	2	3	4	5	6	7	8	9
λ , нм	315	364	400	440	490	540	582	610	630

2.5. Измерение оптической плотности растворов на ФЭК-56

1. Измерение оптической плотности растворов начинают не ранее 30 минут после включения прибора.

2. Шторка на пути лучей от источника света должна быть в закрытом положении, ее открывают в момент измерения.

3. Наружные поверхности граней должны быть чистыми и сухими. При установке кювет в кюветодержатели прибора нельзя касаться пальцами торцевых граней кювет.

4. На пути левого светового потока постоянно должна быть кювета с дистиллированной водой (во избежание перегрева левого фотоэлемента теплом светового луча).

5. На пути правого светового потока в левом кюветодержателе ставят кювету с «нулевой» пробой, в правом – такая же кювета с измеряемым раствором (кювету предварительно споласкивают дистиллированной водой и испытываемым раствором).

6. Оба барабана ставят на нулевые индексы шкал и поворотом рукоятки, расположенной на левой стороне корпуса прибора, устанавливают «электрический нуль» прибора (смыкание сектора индикаторной лампы).

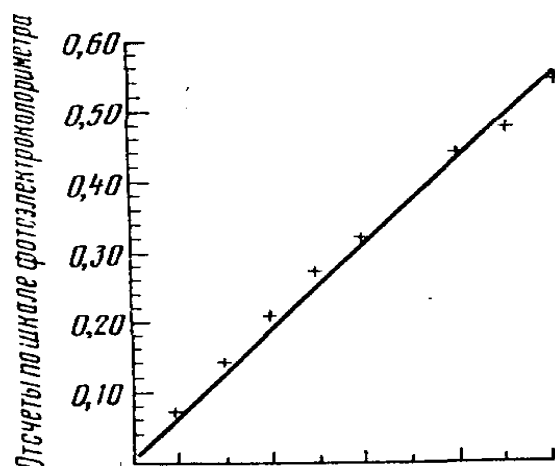
7. Переключателем кювет в правый пучок света устанавливают кювету с измеряемым раствором, открывают шторку и вращением левого барабана добиваются смыкания сектора индикаторной лампы. Шторку закрывают.

8. Переключателем кювет в правый пучок света устанавливают кювету с «нулевой» пробой и открывают шторку. При этом сектор индикаторной лампы оказывается разомкнутым или перекрытым. Вращением правого измерительного барабана добиваются смыкания сектора индикаторной лампы и отсчитывают по красной шкале правого барабана величину оптической плотности

испытуемого раствора (безразмерная величина).

2.6. Построение градуировочного графика

Приготавливают шкалу образцовых растворов в мерных колбах на 100 мл с известным содержанием данного вещества. Измеряют оптическую плотность каждого раствора шкалы, повторяя все операции от пункта 5 до пункта 8. Затем строят градуировочный график, откладывая по горизонтальной оси (ось абсцисс) известные концентрации, а по вертикальной (ось ординат) – соответствующие им оптические плотности. Проведя через отложенные точки линию, получают градуировочную прямую (см. рисунок).



Построение градуировочного графика

3. Посуда, оборудование и реактивы

Посуда и оборудование:

- * Фотоэлектроколориметр (ФЭК-56)
- * Водяная баня
- * Весы торсионные или другие с погрешностью не более 1 мг
- * Пробирки термостойкие емкостью 100 мл
- * Ступка с пестиком для измельчения почвы
- * Бюретка или дозатор для отмеривания 10 мл хромовой смеси
- * Палочки стеклянные длиной 30 см
- * Цилиндр

* Груша резиновая со стеклянной трубкой

* Колбы на 100 мл

Реактивы:

* Соль Мора 0,1 н. раствор (аммоний-железо (II) сернокислый)

* Вода дистиллированная

* Фильтры обеззоленные

* Хромовая смесь

* Щелочной раствор сернокислого натрия

4. Порядок работы

4.1. Подготовка почвы к анализу

Из воздушно-сухого образца почвы берут 40–50 г, тщательно отбирают корешки и органические остатки. Крупные комки почвы раздавливают пестиком, затем почву растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с диаметром ячеек 1 мм.

4.2. Окисление органического вещества

Из подготовленной для определения органического вещества почвы берут навеску 0,3 г на аналитических или торзионных весах. Пробы почвы взвешивают с погрешностью не более 1 мг и помещают в пробирки емкостью на 100 мл из термостойкого стекла. К пробам мерным цилиндром приливают по 10 мл хромовой смеси. Стеклянной палочкой тщательно перемешивают пробу с хромовой смесью. Пробирки закрывают маленькой воронкой, которая служит обратным холодильником, и ставят в кипящую водяную баню на 30 мин. Затем пробирки охлаждают в холодной воде. После охлаждения в пробирки приливают по 40 мл дистиллированной воды. Суспензию тщательно перемешивают барбатацией воздуха и фильтруют через беззольные фильтры.

4.3. Приготовление растворов сравнения

В девять пробирок емкостью на 100 мл наливают по 10 мл хромовой смеси и нагревают их в течение 30 минут на водяной бане вместе с анализируемыми пробами. После охлаждения в пробирки приливают указанные в таблице объемы дистиллированной воды и раствора восстановителя (раствор соли Мора). Растворы тщательно перемешивают барботацией воздуха.

Характеристика раствора	Номер раствора сравнения								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем воды, мл	40	38	36	32	30	25	20	15	10
Объем раствора соли Мора, мл	0	2	4	8	10	15	20	25	30
Масса органического вещества, эквивалентная объему восстановителя в растворе сравнения, мг	0	1,03	2,07	4,14	5,17	7,76	10,3	12,9	15,5

4.4. Фотометрирование растворов

Фотометрирование растворов проводят в кювете с толщиной просвечиваемого слоя 1–2 см относительно раствора сравнения № 1 при длине волны 590 нм или используя оранжево-красный светофильтр с максимумом пропускания в области 560–600 нм. Растворы в кювету фотоэлектроколориметра переносят осторожно, не взмучивая осадок.

4.5. Обработка результатов

Массу органического вещества в анализируемой пробе определяют по градуировочному графику. При построении градуировочного графика по оси абсцисс откладывают массу органического вещества в миллиграммах, соответствующую объему растворителя в растворе сравнения, а по оси ординат – соответствующее показание прибора.

Массовую долю органического вещества (X) в процентах вычисляют по уравнению

$$X = \frac{m K}{m_1} \cdot 100$$

где m – масса органического вещества в анализируемой пробе, найденная по графику, мг; K – коэффициент поправки концентрации восстановителя; m_1 – масса пробы, мг; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

5. Требования к отчету

Материалы лабораторной работы должны быть оформлены в виде отчета в рабочем журнале, для которого студент готовит специальную тетрадь с указанием фамилии и группы.

Отчет должен содержать:

- название работы, дату выполнения;
- цель работы;
- краткое изложение теоретических основ по данной теме;
- этапы и условия выполнения работы;
- результаты работы, график.

6. Контрольные вопросы

1. Что понимают под органическим веществом почвы?
2. Значение органического вещества почвы.
3. Правила работы с фотоэлектроколориметром.
4. Оценка результатов исследований.

Список рекомендуемой литературы

1. ГОСТ 26213 91. Почвы. Методы определения органического вещества.
2. Вершинин В. И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 428 с.
3. Попова Л. Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии: учебное пособие. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2014. – 264 с.
4. Околелова А. А. Экологическое почвоведение: учебное пособие / А. А. Околелова, В. Ф. Желтобрюхов, Г. С. Егорова. – Волгоград: ВГТУ, 2014. – 276 с.
5. Галактионова, Л. В. Химия почв [Электронный ресурс] : практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 021900.62 Почвоведение / Л. В. Галактионова, Т. М. Достова. – Оренбург : ОГУ, 2013. – 144 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ

1. Цель работы

Цель работы – изучение свойств почвы и методов ее аналитического контроля, применяемых в агрохимических лабораториях.

В соответствии с представленной методикой студенты готовят с помощью специальных растворов солевые вытяжки проб почвы. В процессе приготовления почвенных и солевых вытяжек отбирают пробы растворов для определения в почве гидролитической, обменной кислотности и обменных оснований. С использованием полученных результатов выполняют расчеты норм извести для нейтрализации потенциальной кислотности почв.

2. Теоретические положения

2.1. Поглонительная способность почвы

Твердая фаза почвы представляет собой полидисперсную систему, состоящую из частиц разных размеров. Благодаря содержанию тонкодисперсных частиц и пористости, почва обладает способностью задерживать соприкасающиеся с ней вещества в молекулярном и ионном состоянии, тонкие и коллоидные суспензии.

Явление поглощения растворов, а также коллоидально распыленных частиц, паров, газов и живых микроорганизмов получило название поглонительной способности почв. Поглонительная способность почв оказывает влияние на условия произрастания растений, а они, в свою очередь, могут существенно изменять поглонительные свойства почв. С поглонительной способностью связаны почвообразовательные процессы и многие свойства, определяющие плодородие почв. От того, какие вещества почвой поглощены, зависят ее структура, кислотность, водные свойства, действие удобрений, жизнь растений и микробов.

Гедройц К. К. выделяет пять видов поглотительной способности почв: механическую, биологическую, физическую, химическую, и физико-химическую:

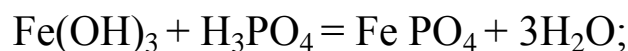
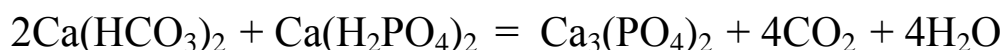
– **механическая поглотительная способность** обуславливается свойством почвы не пропускать через свой слой частицы, взмученные в фильтрующейся воде. Почвой задерживаются не только частицы крупнее диаметра пор, но и более мелкие по размеру. Механическое поглощение увеличивается по мере заиливания почвы и зависит от гранулометрического, агрегатного состава почвы, а также плотности сложения. Это свойство почвы широко используется в технике;

– **биологическая поглотительная способность** означает закрепление веществ в телах организмов и осуществляется растениями, микроорганизмами, животными, обитающими в почве. Особенностью биологического поглощения является избирательное усвоение из растворов с минимальным содержанием наиболее важных для организмов веществ в присутствии больших количеств остальных соединений. Благодаря этому в верхних горизонтах почвы вместе с гумусом аккумулируются азот, фосфор, кальций и другие химические элементы;

– **физическая поглотительная способность** (аполярная адсорбция) означает изменение концентрации молекул растворенного вещества в пограничном слое раствора, окружающем почвенные коллоиды и зависит от количества и качества коллоидов;

– **химическая поглотительная способность** обуславливается способностью почвы закреплять в форме труднорастворимых соединений ионы, поступающие в раствор. Это происходит в том случае, когда в почвенном растворе содержится соль, образующая с веществами, находящимися в почве, труднорастворимое соединение.

Например:



– **физико-химическая поглотительная способность** (обменная) связана с адсорбцией ионов в двойном электрическом слое коллоидов. При обработке почвы раствором соли, происходит обменная реакция между катионами растворенной соли и катионами, находящимися в слое компенсирующих ионов коллоидных мицелл. Совокупность коллоидов почвы, способных к реакциям обмена, получила название почвенного поглощающего комплекса (ППК).

2.2. Поглощение почвой газов и паров

Наряду с поглощением почвой молекул, катионов, анионов из жидкой фазы, происходит поглощение молекул веществ из газообразной фазы. Это в первую очередь водород, азот, кислород, углекислый газ, которые при определенных условиях могут сорбироваться почвой. Интенсивность поглощения газов определяется их способностью приобретать больший электрический заряд, т. к. в основе явлений адсорбции заключены электрические силы поверхности частиц. Пары аммиака и воды не только сгущаются на поверхности почвы, но могут и сжижаться в ее порах, сорбируясь с большей силой, чем газы. Количественной характеристикой энергии сорбционного взаимодействия паров воды с почвенными коллоидами является теплота смачивания. Газы и пары адсорбируются на поверхности почвенных коллоидов целыми молекулами, подчиняясь законам физической поглотительной способности почв.

2.3. Почвенная кислотность

Важную роль в агрохимической практике играют кислотность и щелочность почв. Почвенную кислотность вызывают ионы водорода.

В зависимости от состояния H^+ -ионов в почве различают актуальную (активную) и потенциальную (скрытую) форму кислотности.

Актуальная кислотность обусловлена наличием ионов водорода в почвенном растворе.

Реакцию почвенного раствора определяют концентрацией свободных H^+ - и OH^- -ионов и характеризуют по величине рН, представляющей отрицательный логарифм активности H^+ -ионов. Как известно, рН = 7 характеризует нейтральную реакцию, рН < 7 – кислую и рН > 7 – щелочную.

В кислой среде преобладает деятельность грибной микрофлоры, в нейтральной и слабощелочной средах – деятельность бактериальной микрофлоры.

С реакцией почвенного раствора связаны процессы превращения компонентов минеральной и органической частей почв. Реакция зависит от наличия в почвенном растворе свободных кислот и оснований, степени их диссоциации, присутствия кислых и основных солей, от состава обменных ионов в почвенном поглощающем комплексе (ППК).

В большинстве почв актуальная кислотность обусловлена наличием угольной кислоты и ее кислых солей, определяется отношением:

$$H = K \cdot \frac{CO_2}{Ca(HCO_3)_2}$$

Поскольку бикарбонат кальция представляет собой гидролитически щелочную соль, то его присутствие в почвенном растворе ослабляет кислотность. Наличие в составе поглощенных ионов H^+ и Al^{+3} повышает кислотность почвенного раствора.

Кроме характеристики реакции почвенного раствора по величине рН, определяют также титровальную кислотность, которая дает представление о суммарном содержании кислот в почвенном растворе.

Потенциальная кислотность имеет более сложную природу и обусловлена поглощенными ионами водорода и алюминия. Она проявляется при взаимодействии почвы с растворами солей, когда катионы последних вытесняют ионы водорода и алюминия. В зависимости от характера вытеснения различают две формы потенциальной кислотности – обменную и гидролитическую.

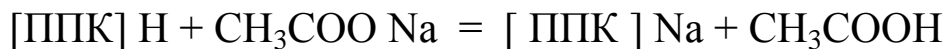
Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли:



Образующаяся в результате взаимодействия солевого раствора с почвой и гидролитического расщепления AlCl_3 соляная кислота характеризует обменную кислотность. Величину обменной кислотности выражают в единицах солевой вытяжки. Обменная кислотность наиболее ярко выражена в подзолистых и красноземных почвах (рН 3-4).

В почвах со слабокислой, нейтральной и щелочной реакцией обменная кислотность не проявляется.

При обработке почвы раствором нейтральной соли вытесняются не все поглощенные ионы водорода. Более полно выявляется потенциальная кислотность при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли (CH_3COONa), т. к. вследствие щелочной реакции среды происходит более полное вытеснение поглощенного водорода. Суммарно эту реакцию можно представить в виде:



Количество образующейся в результате обменной реакции уксусной кислоты, определяемое титрованием, характеризует величину гидролитической кислотности. Она обычно больше обменной, так как в этом случае вытесняются не только подвижные ионы, но и менее подвижная часть поглощенных ионов водорода. Гидролитическую кислотность рассматривают как суммарную кислотность почвы, состоящую из актуальной и потенциальной кислотности. Гидролитическую кислотность выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы и обозначают символом Н.

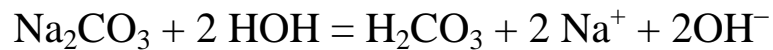
2.4. Почвенная щелочность

Доля участия в ППК поглощенных водорода и алюминия определяется степенью насыщенности почв основаниями, кото-

рая представляет собой отношение суммы поглощенных оснований к емкости поглощения, выраженное в процентах. Степень насыщенности основаниями показывает, какая часть от емкости поглощения приходится на обменные основания и в различных типах почв колеблется от 5 до 100%.

Различают актуальную и потенциальную щелочность. Актуальная щелочность обусловлена наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей (Na_2CO_3 , CaCO_3 и др.), которые при диссоциации определяют преобладающую концентрацию гидроксид-ионов.

Например:



Различают общую щелочность, щелочность от нормальных карбонатов и от бикарбонатов.

Щелочность от нормальных карбонатов проявляется в результате обменных реакций почв, содержащих поглощенный натрий, и вследствие жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих в анаэробных условиях и при наличии органического вещества сернокислые соли натрия до соды.

Актуальную щелочность выражают величиной рН. Титровальная щелочность дает представление о суммарном содержании щелочей в почвенном растворе.

Потенциальную щелочность обнаруживают у почв, содержащих поглощенный натрий. При взаимодействии такой почвы с угольной кислотой почвенного раствора происходит реакция замещения с накоплением соды.

Потенциальную щелочность выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. Щелочность почвенного раствора переносится культурными растениями хуже, чем кислотность.

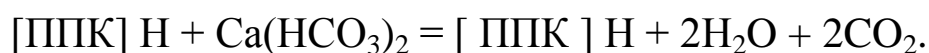
2.5. Оптимизация реакции почвенного раствора

Поглощенный почвой водород резко ухудшает ее свойства. Почва становится кислой, что исключает возможность хорошего развития большинства культурных растений.

Под влиянием кислотности в почве появляются весьма ядовитые для растений вещества, такие как растворимые алюминий и марганец. На таких почвах уменьшается положительное действие некоторых минеральных удобрений, особенно калийных и азотных, применение которых будет активизировать почвенную кислотность. Суперфосфат на кислых почвах переводится в малодоступную растениям форму.

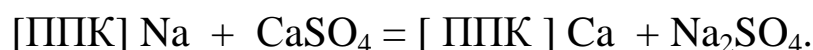
Бактерии не могут жить в кислых почвах. Их замещают другие мельчайшие существа – грибки. Однако во многих отношениях они для земледелия менее полезны, чем бактерии, и полностью их заменить не могут.

Для установления и поддержания оптимальной реакции почвенного раствора разработаны методы, регулирующие состав обменных оснований. Наиболее распространенный способ уменьшения кислотности почвы – известкование, при котором происходит замещение поглощенного водорода на кальций:



Бикарбонат кальция, образующийся при взаимодействии извести с углекислотой почвенного раствора, нейтрализует также свободные органические и минеральные кислоты почвы.

Избыточную щелочность устраняют гипсованием почвы:



Вследствие изменения реакции почвенного раствора после известкования или гипсования почв урожайность сельскохозяйственных культур значительно повышается.

3. Посуда, оборудование и реактивы

Посуда и оборудование:

- * весы технические;
- * встряхиватель;
- * пипетки на 100, 50 мл;
- * бюретка для титрования;
- * конические колбы емкостью 250 мл;
- * ступка с пестиком для измельчения почвы.

Реактивы:

- * натрий уксуснокислый, 1,0 N раствор, рН = 8,2;
- * натрий едкий, 0,1 N раствор;
- * фенолфталеин, 1% спиртовой раствор;
- * калий хлористый, 1,0 N раствор;
- * натрий едкий, 0,01 N раствор;
- * бромтимоловый синий, 0,1% раствор в 20% спирте;
- * трилон Б, 0,05 N раствор;
- * аммоний хлористый;
- * аммиак;
- * мурексид;
- * хромоген черный;
- * натрий хлористый, 1,0 N раствор;
- * гидроксилламин, 5% раствор;
- * натрий сернистый, 2% раствор;
- * магний сернокислый, 0,05 N раствор;
- * фильтры беззольные.

4. Порядок работы

4.1. Определение гидролитической кислотности

4.1.1. Приготовление солевой вытяжки

Большинство анализов проводят с образцами почвы в воздушно-сухом состоянии, измельченной в ступке и просеянной через сито с отверстиями 1 мм.

В ступку насыпают 50–100 г отобранной пробы почвы, измельчают ее до мелкодисперсного состояния. На технических весах отвешивают 40 г воздушно-сухой измельченной почвы. Навеску почвы переносят с помощью воронки в коническую колбу емкостью 250–500 мл и приливают в нее с помощью пипетки 100 мл 1,0 N раствора уксуснокислого натрия. Колбу закрывают пробкой и содержимое ее взбалтывают в течение часа на встряхивателе.

Полученную суспензию фильтруют через сухой складчатый фильтр. На фильтр стараются перенести возможно больше почвы, чтобы увеличить эффект фильтрования. В противном случае некоторая часть коллоидов почвы проходит через фильтр, и фильтрат бывает мутным. Поэтому необходимо повторное фильтрование фильтрата.

4.1.2. Ход анализа

Из фильтрата, когда наберется достаточное его количество, пипеткой отбирают 50 мл на титрование. Приливают 2–3 капли фенолфталеина и с помощью предварительно подготовленной бюретки пробу оттитровывают 0,1 N раствором гидроксида натрия до розовой окраски, не исчезающей в течение одной минуты.

4.1.3. Обработка результатов

При однократной обработке почвы уксуснокислым натрием определяют лишь часть гидролитической кислотности. Для уста-

новления величины всей кислотности необходимо было бы длительное и повторное воздействие раствора на почву. Экспериментально доказано, что полная величина гидролитической кислотности в 1,5–2 раза больше, чем определяемая по однократной обработке. Как правило, берут средний коэффициент 1,75, умножая на который количество миллиграмм-эквивалентов, вычисляют всю кислотность почвы:

$$N_{\text{мг-экв}} = \frac{a \cdot k \cdot N \cdot 100}{c} \cdot 1,75$$

где a – число миллилитров 0,1 N щелочи, пошедшей на титрование; k – поправка к титру щелочи; N – нормальность щелочи; 100 – расчет на 100 г почвы; c – навеска почвы, соответствующая 50 мл фильтрата, взятого на титрование.

4.2. Определение обменной кислотности

4.2.1. Приготовление солевой вытяжки

Из хорошо перемешанной средней пробы воздушно-сухой почвы, растертой и пропущенной через сито с диаметром ячеек в 1 мм на технических весах берут навеску в 40 г. Навеску переносят в коническую колбу объемом 250 мл и дозируют в эту же колбу пипеткой 100 мл 1,0 N раствора хлористого калия (рН = 5,6–6,0). Закрывают колбу пробкой, помещают во встряхиватель и в течение одного часа раствор взбалтывают.

Полученную суспензию фильтруют до получения прозрачного фильтрата через фильтры, не содержащие кальций и магний.

4.2.2. Ход анализа

Из полученного фильтрата пипеткой отбирают 50 мл вытяжки на титрование. Титруют 0,01 N раствором гидроксида натрия в присутствии 2–3 капель фенолфталеина до розовой окраски.

4.2.3. Обработка результатов

$$N_{\text{мг-экв}} = \frac{a \cdot k \cdot N \cdot 100}{c},$$

где a – число миллилитров 0,01 N щелочи, пошедшей на титрование; k – поправка к титру щелочи; N – нормальность щелочи; c – навеска почвы, соответствующая 50 мл фильтрата, взятого на титрование; 100 – расчет на 100 г почвы.

4.3. Определение объемных оснований

4.3.1. Приготовление солевой вытяжки

Взвешивают 5 г воздушно-сухой почвы, растертой и просеянной через сито с диаметром отверстий в 1 мм и помещают в коническую колбу емкостью 250 мл. С помощью пипетки в колбу дозируют 100 мл 1,0 N раствора хлористого натрия. Колбу закрывают пробкой и помещают во встряхиватель.

Взбалтывание раствора осуществляют в течение одного часа. В дальнейшем суспензию отфильтровывают через плотный беззольный фильтр до получения прозрачного фильтрата.

4.3.2. Ход анализа

Пипеткой отбирают 50 мл фильтрата в коническую колбу емкостью 250 мл, приливают 50 мл дистиллированной воды, перемешивают и добавляют последовательно по 2 мл 2,0 N раствора гидроксида натрия, затем 0,5 мл 2 %-го раствора сульфида натрия и 0,5 мл 5 %-го раствора гидроксиламина; добавляют 10–15 мг мурексида и титруют 0,05 N раствором трилона Б при энергичном перемешивании до перехода пурпурной окраски в лиловую.

4.3.3. Обработка результатов

Содержание кальция (мг-экв. на 100 г почвы) определяют по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 0,05 \cdot k \cdot 100}{c},$$

где a – количество трилона Б, пошедшее на титрование; 0,05 – нормальность раствора трилона Б; c – навеска почвы, соответствующая объему раствора; 100 – расчет на 100 г почвы; k – поправка к титру трилона Б.

4.3.4. Определение суммы Ca^{+2} и Mg^{+2}

Из колбы пипеткой берут 25 мл фильтрата и помещают в емкость объемом 250 мл, приливают 75 мл дистиллированной воды, добавляют 5 мл хлоридно-аммиачного буфера. С целью устранения влияния ионов железа, марганца, меди, алюминия прибавляют по 0,5 мл 2 %-го раствора сульфида натрия и 5 %-го раствора гидроксилamina; затем вносят 10-15 мг хромогена черного и титруют 0,05 N раствором трилона Б до перехода окраски из вишнево-красной в сине-голубую.

4.3.5. Вычисление результатов

Содержание суммы кальция и магния равно (мг-экв. на 100 г почвы):

$$y = \frac{b \cdot 0,05 \cdot k \cdot 100}{c},$$

где b – количество мл раствора трилона Б, пошедшее на титрование; 0,05 – нормальность трилона Б; c – навеска почвы, соответствующая объему раствора; 100 – расчет на 100 г почвы; k – поправка к титру трилона Б.

Величину магния определяют по разности между суммарным определением и значением кальция.

4.4. Расчет нормы извести для нейтрализации

Один миллиэквивалент водорода соответствует 50 мг углекислого кальция. Чтобы перейти от 100 г почвы к весу пахотного слоя на площади 1 га (который принимают для подзолистых почв равным 3000 т), найденную величину гидролитической кислотности (с поправочным коэффициентом 1,75) в миллиграмм-эквивалентах умножают на 50 и затем на 3000 т. Полученная величина и будет нормой углекислого кальция на гектар.

В конечном счете все действия можно свести к решению простого уравнения:

$$x = 1,31 \cdot a \cdot k,$$

где x – норма углекислой извести, т/га; k – поправка к титру щелочи; a – число миллилитров щелочи, пошедшей на титрование.

Если гидролитическая кислотность вычислена в миллиграмм-эквивалентах на 100 г, то норму извести находят по формуле

$$x = 1,5 \cdot H^+,$$

где H^+ – гидролитическая кислотность, мг-экв.

В обоих вариантах расчета подразумевают, что материал, взятый для известкования, является чистым углекислым кальцием, но т. к. этого почти никогда не бывает, то вносят в рассчитанную дозу поправки на содержание углекислого кальция и на влажность.

5. Требования к отчету

Материалы лабораторной работы должны быть оформлены в виде отчета в рабочем журнале, для которого студент готовит специальную тетрадь с указанием фамилии и группы.

Отчет должен содержать:

- название работы, дату выполнения;
- цель работы;
- краткое изложение теоретических основ по данной теме;

- этапы и условия выполнения работы;
- четкую запись результатов титрования;
- промежуточные и конечные результаты.

6. Контрольные вопросы

1. Что называется поглотительной способностью почвы?
2. Какие формы кислотности существуют?
3. Наличием каких ионов обусловлены различные формы кислотности почвы?
4. От чего зависит реакция почвенного раствора?
5. Чем отличается обменная кислотность от гидролитической?
6. Какие формы почвенной щелочности существуют?
7. За счет чего происходит накопление соды в почве?
8. Что более благоприятно для растений: кислотность или щелочность?
9. Последствия повышенной кислотности?
10. Какие существуют способы нейтрализации повышенной кислотности и щелочности?
11. Как рассчитать норму извести для кислой почвы?
12. Как определяется обменный магний в почве?
13. Виды поглотительной способности почвы?
14. Поглотительная способность почвы для веществ из газообразной фазы?
15. Виды почвенной щелочности?

Список рекомендуемой литературы

1. Вершинин В. И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 428 с.
2. Попова Л. Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии: учебное пособие. – Архангельск: Изд-во САФУ, 2014. – 264 с.

3. Околелова А. А. Экологическое почвоведение: учебное пособие / А. А. Околелова, В. Ф. Желтобрюхов, Г. С. Егорова. – Волгоград: ВГТУ, 2014. – 276 с.

4. Галактионова, Л. В. Химия почв [Электронный ресурс] : практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 021900.62 Почвоведение / Л. В. Галактионова, Т. М. Достова. – Оренбург : ОГУ, 2013. – 144 с.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ ПО ЭКОЛОГИИ

1. Выбор тематики реферативной работы

Выбор темы реферативной работы осуществляется студентом в соответствии с его желанием, интересами, способностями и с согласия преподавателя, ведущего данный курс. Тема работы выбирается из общего списка, представленного в конце методических указаний. В исключительных случаях, когда у студентов есть материал и наработки по какой-либо экологической проблеме, разрешается выбор свободной темы, но также после ее согласования с преподавателем. Для облегчения выбора темы реферативной работы после названия каждой темы предлагаются пояснение и перечень аспектов, которые должны быть раскрыты при написании работы. Возможно несколько вариантов написания работы:

- выбор и описание точек зрения различных авторов на решение выбранной проблемы. Обязательно указание ссылок на источники;
- выбор и обобщение информации из различных источников по выбранной тематике с поиском общих критериев и личной практической оценкой подобранного материала, среди множества позиций студентом выбирается наиболее объективная и обосновывается;
- глубокое изучение научно-технической литературы по поставленной проблеме с предоставлением объективных выводов и заключений.

2. Работа с литературными источниками

Требуемая для написания реферативной работы научно-техническая литература не исключает использование других дополнительных источников, включая периодическую печать и Интернет. Следует пользоваться научной, теоретической и технической литературой, а не научно-популярной.

Считается, что самостоятельная работа выполнена качественно, если при ее написании использовалось не менее трех литературных источников, а текст изложен в сжатой форме с идеями, мыслями студентов, имеющими связь с разрабатываемой темой.

3. Структура реферативной работы

Реферативная работа должна содержать обязательно следующие разделы: содержание, введение, основную часть, состоящую из глав, заключение или выводы, список используемой литературы.

Введение должно содержать цель и задачи, раскрываемые в выбранной теме, возможные пути их решения и предлагаемые результаты.

В основной части раскрывается содержание вопроса, представляются материалы и факты из литературных источников с творческим, практическим подходом к ним. Высказываются и предлагаются новые идеи, предложения, гипотезы для решения проблем по выбранной теме.

Заключение должно содержать обобщающие выводы, положения по переработанной теме.

Анализ литературы должен сопровождаться ссылками на источники, которые вписываются по ходу текста (в квадратных скобках). Список используемой литературы составляется в алфавитном порядке, в соответствии с существующими правилами.

4. Оформление реферативной работы

Реферативная работа оформляется в соответствии с едиными требованиями для такого типа самостоятельных работ на формате А4. Работа готовится в единственном экземпляре в рукописном, машинописном вариантах или может быть набрана на компьютере. Готовая работа сдается преподавателю, ведущему курс, для предварительной проверки. Если работа выполнена в соответствии с вышеописанными требованиями, она защищается и остается на кафедре.

Реферативная работа содержит титульный лист, содержание,

введение, основную часть, заключение, список используемой литературы. Титульный лист должен содержать: название министерства, название университета, название кафедры, название темы самостоятельной работы, ФИО студента, ФИО преподавателя – руководителя работы, город и год написания.

Общий объем рукописной работы должен составлять не менее 20 страниц с обязательной их нумерацией. Должны быть выполнены все графические требования к оформлению страниц, графиков, диаграмм.

5. Тематика реферативных работ

1. История становления экологической науки

Дать характеристику основным представлениям об экологии, истории возникновения науки экология, основным разделам экологии, процессу формирования понятия «экология» [1,28,30,41,54, 55,61,62].

2. Современная экология в системе наук

Раскрыть представления об экологии как науке. Предмет ее изучения, ее специфические особенности, ее роль в современном мире, связь экологии с другими науками [28,30,41,54,55,61,62].

3. Экология и эволюция

Дать общее представление об эволюции природы; раскрыть характер взаимосвязи экологии и эволюции на сочетании сукцессионных стадий, необходимых для выживания живых организмов; влияние человеческого общества на эти процессы [1, 28, 30, 41, 54, 55, 61, 62].

4. Организация экологических систем

Понятие об экосистемах; структура, функционирование экосистем с точки зрения различных дисциплин; взаимосвязь системы и ее отдельных составляющих; понятие об экологических факторах; основные экологические системы; устойчивость экосистем и от чего она зависит [1,28,30,41,54,55,61,62].

5. Биосфера – экосистема высокого порядка

Включает понятие о биосфере; ее структура; границы биосферы; понятие о биомах, биотопах; основные условия существования биосферы и от чего они зависят; круговороты веществ в природе; энергетика биосферы [1,28,30,41,54,55,61,62].

6. Развитие биосферы и космические факторы

Раскрыть понятие космических факторов, их многообразие, формы их воздействия на биосферу, периодичность возникновения процессов в космосе и цикличность в природной среде; взаимосвязь экологии и космических явлений; космическая сущность жизни [1,2,15,28,30,33,41,54,55,61,62].

7. Живая материя планеты

Выполнить обобщение теорий возникновения жизни на Земле, подходов к изучению симметрии в неживой и живой природе и о планетарных биохимических циклах, биосферная концепция В.И.Вернадского; раскрыть понятие «живое вещество» [1,15,24,28, 30,41,54,55,61,62].

8. Факторы глобальных воздействий на биосферу

Представить классификацию экологических факторов, раскрыть особенности воздействия естественных и антропогенных факторов на биосферу, влияние различных факторов на устойчивость экосистем [11,14,21,30,34,37,38,39,42].

9. Среда обитания – материальная система природы

Необходимо представить расшифровку термина «среда», раскрыть механизм организации материальных систем, устойчивость и равновесие систем, показать роль круговоротов в развитии геосистем [1,28,30,41,51,54,55,61,62].

10. Экология и социальные проблемы

Показать зависимость между социальным развитием общества, социальными проблемами человека и экологией; раскрыть социальные аспекты экологии [7,12,17,19,21,23,25,34].

11. Экологическая этика современного человека

Определить значение человеческой морали, нравственности в отношении между природой и обществом; экологическое самосознание человека, его экологическое воспитание [7,12,17,19,21,23,25, 27,34,50].

12. Энергетика живых организмов

Раскрыть роль энергетики для существования жизни на Земле; энергетический обмен организмов со средой обитания; биоэнергетика и экологические проблемы биоэнергетики [1, 15, 24, 28, 30, 41, 54, 55, 61, 62].

13. Современное общество и его воздействие на биосферу

Охарактеризовать деятельность человеческого общества во взаимоотношении с природой; обосновать проблему выживания в современных условиях; оценить экологическую угрозу обществу; дать оценку роли и места человека в современном мире; определить причины изменения состояния окружающей среды человеком [7, 11, 12, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 32, 34, 50, 63].

14. Научно-технический прогресс и экологические аспекты

Раскрыть проблему: НТР – инструмент роста благосостояния человеческого общества, интенсификации производства и источник роста антропогенного воздействия на окружающую среду; рассмотреть возможность реализации результатов НТР с целью снижения влияния общества на экосистемы [6,9,20,21,27,29,32,34, 35,45].

15. Демографические проблемы человеческого общества

Дать описание проблем народонаселения; раскрыть понятия: демографические проблемы, демографический взрыв, возможности биосферы в этом аспекте; демографические прогнозы и перспективы. Данная тема может охватывать как планету в целом, так и отдельные регионы [7,11,12,17,19,23,25,29,32,50,63].

16. Международное значение экологических проблем

Рассмотреть аспекты международного сотрудничества, обосновать общность экологических проблем человечества; деятель-

ность международных организаций и формы сотрудничества между странами; международная стратегия в экологии и охране окружающей среды [1,11,15,19,25,28,31,33,37,39].

17. Роль нормативно-правовой системы во взаимодействии общества и природы

Определить значимость нормативно-правовой базы для регулирования механизма влияния общества на природную среду; обосновать необходимость разработки нормативов качества окружающей среды и законодательных документов, обеспечивающих снижение вреда, наносимого окружающей среде [8,13,15,17,23,29, 43,48,50,54,60].

18. Источники антропогенного воздействия на природу

Охарактеризовать классификацию источников вредного воздействия на окружающую среду, созданных человеком в результате своей деятельности; определить особенности тех или иных источников загрязнения [6,9,11,19,26,34,37,38,41,54].

19. Проблемы перехода биосферы в ноосферу

Сформулировать понятие ноосферы, историю возникновения этого понятия, основные аспекты перехода в ноосферу, роль человеческого разума и предпосылки создания ноосферы, процесс создания ноосферы [5,21,24,27,30,34,38,45,54].

20. Антропогенное воздействие на атмосферу

В теме раскрыть проблему загрязнения атмосферы, масштабы, основные источники; отметить особенности поведения загрязнителей в воздухе («парниковый» эффект, кислотные дожди и т. д.); пути снижения вредного воздействия. Возможны варианты подготовки данной темы по проблеме в целом на планете или применительно к какому-либо региону [1,6,10,15,22,26,37,38,51,53,57].

21. Климат и человек

Рассмотреть механизм формирования климатических факторов, от Рассмотреть роль воды в жизни живых организмов; ресур-

сы воды на планете; ее источники; описать источники и масштабы загрязнения воды; последствия загрязнения и пути снижения антропогенного воздействия на гидросферу [6,9,10,19,22,28,35,38,40, 55,58].

24. Загрязнение литосферы

Дать характеристику структуре литосферы, представить геохимическую классификацию элементов и их роль в организации жизни на Земле; представить разновидности загрязняющих веществ и последствия от загрязнения почв; борьба за снижение интенсивности воздействия на литосферу [6,9,10,19,22,28,35,38,40, 55,58].

25. Энергетика – источник жизни и загрязнения биосферы

Охарактеризовать общий энергетический фон планеты как основной в развитии процессов массообмена в геосферах; раскрыть роль энергии в биогеохимических циклах; энергетика – один из основных источников загрязнения биосферы; основные ингредиенты загрязнения и последствия от их воздействия [6,9,10, 19,22,28,35,38,40,55,58].

26. Экологические последствия радиоактивной опасности

Представить классификацию источников радиоактивного воздействия чего зависит их величина; влияние климата на человеческий организм; изменение климатических факторов и последствия в результате деятельности человека; поведение человека в измененных условиях [6,10,13,22,34,37,38,53].

22. Озон и жизнь на планете

Дать характеристику озону как химическому элементу; механизм его образования в природе; роль озона в жизни живых организмов; объяснить факторы, влияющие на изменение концентрации озона [6,10,13,22,34,37,38,53].

23. Природа и последствия загрязнения гидросферы

на биосферу; охарактеризовать естественные, ионизирующие факторы среды, радиоактивность наземных организмов, водной

среды; влияние радиоактивности на живые организмы; представить искусственные источники радиации, распространение радиоактивных загрязнений в геосферах и нейтрализация радиоактивных отходов [6,9,10,19,22,28,35,38,40,55,58].

27. Транспорт – источник антропогенного воздействия на природу

Дать подробную характеристику воздушному, железнодорожному, речному, морскому транспортам – источникам вредного воздействия на окружающую среду; указать ингредиенты и факторы загрязнения, особенности и проблемы тех или иных факторов загрязнения и пути снижения вредного воздействия [6,9,10,19, 22,28,35,38,40,55,58].

28. Автотранспорт и природа

Охарактеризовать автотранспорт с точки зрения экологии; указать его отличительные особенности как источника загрязнения; расшифровать основные загрязняющие компоненты с указанием причин их появления и механизма воздействия на окружающую среду и пути их реализации [6,9,10,19,22,28,35,38,40,55,58].

29. Влияние химических предприятий на экосистемы

Место химической промышленности в общем объеме антропогенного воздействия на экосистемы; ингредиенты, масштабы и особенности воздействия химических соединений на биосферу и человека; представить варианты сокращения выбросов токсичных загрязнителей, специфичных для химической промышленности. Тема может быть проработана как проблема в целом, так и применительно к регионам и странам [6,9,10,19,22,26,28,35,38,40,53,58].

30. Экология и горнодобывающая промышленность

Дать характеристику источникам и масштабам загрязнения в горной отрасли на примере страны, региона или в целом на планете; экологические проблемы при открытом способе разработки месторождений – нарушение ландшафтов, рекультивация земель,

сокращение плодородных земель и т. д.

[6,9,10,19,22,28,35,38,40,55]

31. Загрязнение экосистемы машиностроительными предприятиями

Представить источники, масштабы и особенности вредного воздействия на биосферу машиностроением (гальваническое производство, кузнечно-прессовые цеха, окрасочные установки и т. д.). Тема может быть раскрыта на примере одного взятого региона или объекта [3,6,9,10,19,22,28,35,38,40,55,58].

32. Сельское хозяйство – антропогенный фактор воздействия на окружающую среду

Представить классификацию источников вредного воздействия на биосферу в сельском хозяйстве; указать причины – почему сельское хозяйство является наиболее вредным видом деятельности человека. Что делается в сельском хозяйстве для снижения отрицательных последствий на природу

[6,9,10,19,20,22,28,35,38,40].

33. Экономические аспекты в экологии

Экономика как инструмент установления отношений между человеческим обществом и природой; использование нормативно-законодательной базы и экономических рычагов для рационального природопользования и снижения антропогенного воздействия на биосферу (плата за пользование ресурсами, платежи за выбросы, экономические штрафные санкции и т. д.)

[4,13,16,18,44,59].

34. Экологический мониторинг

Рассмотреть важность контроля и наблюдения за состоянием окружающей среды в современном обществе; что подразумевается под организацией наблюдения за экосистемами; объяснить понятие мониторинга; значение мониторинга в современном мире; виды мониторинга; научная организация мониторинга [9,13,15,20,23, 29,31,35,39,41]

35. Коммунально-бытовое хозяйство городов Кузбасса и биосфера

Дать оценку воздействию коммунально-бытового хозяйства на биосферу Кемеровской области или определенного города области; отметить отличительные особенности воздействия коммунально-бытового хозяйства на биосферу; охарактеризовать пути решения проблем коммунально-бытового хозяйства в регионе [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

36. Основные пути снижения антропогенной нагрузки на биосферу

Рассмотреть современное состояние вопроса о снижении интенсивности антропогенного воздействия человеческого общества на природу; подробно рассмотреть концепции безотходных технологических процессов, рационального природопользования, вторичных материальных ресурсов; создание высокоэффективных установок по обезвреживанию вредных выбросов. Результаты от реализации основных положений снижения вредного воздействия на биосферу [9,21,26,27,32,34,42,45,48].

37. Экологически безопасные источники энергии

Рассмотреть вопрос о роли энергии для человека; охарактеризовать основные методы получения энергии без вредного воздействия на окружающую среду; реализация этих методов и способов на практике; причины и факторы, мешающие их внедрению [2,6,15,24,28,30,32,41,45,58].

38. Экологическое состояние реки Томь

Охарактеризовать общее загрязнение реки Томи; определить основные ингредиенты, загрязняющие водоем и установить главные источники загрязнения; обосновать необходимость природоохранных программ по снижению вредного воздействия; оценить состояние живых организмов в реке Томь [15,23,25,52,56].

39. Экологические факторы и здоровье человека

Представить материалы о взаимном влиянии человека и эко-

логических факторов (физических, химических, биологических и др.); медико-биологические аспекты; здоровье человека в зависимости от состояния окружающей среды и совершенства производства; пути снижения отрицательного воздействия экологических факторов на здоровье человека

[7,11,12,17,19,25,32,41,42,60].

40. Экология и производство строительных материалов

Рассмотреть вопрос антропогенного воздействия строительной отрасли на биосферу (источники, масштаб, ингредиенты, особенности, нарушение ландшафтов); представить материалы по вторичному использованию отходов для производства строительных материалов [6,9,10,19,22,26,28,35,38,40,46,53,58].

41. Растения и чистота природной среды

Влияние загрязнителей природной среды на растения; роль растений в детоксикации вредных загрязнителей; устойчивость растений к фитотоксикантам; растения вместо ядохимикатов; растения – индикаторы загрязнения биосферы

[1,15,24,28,30,41,54,55, 61,62].

42. Вопросы экологии Крапивинского гидроузла

Дать оценку целесообразности строительства гидроузла; проблемы решаемые с вводом гидроузла в Кузбассе; экологические последствия от ввода гидроузла в эксплуатацию; влияние водохранилища на атмосферу, на литосферу, на климатические факторы; нарушение сельскохозяйственных угодий; изменение качественного состояния вод реки Томи и регулирование стока реки в маловодный период года; дальнейшие пути решения судьбы Крапивинского гидроузла [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

43. Вопросы экологии закрывающихся шахт

Экологические проблемы горнодобывающей отрасли и программа реструктуризации угольной промышленности; экологические последствия выполнения программы реструктуризации; экологические мероприятия при закрытии шахт и их реализация на практике [6,9,10,19,22,28,35,36,38,40,55,58,62].

44. Здоровье населения Кузбасса

Особенности влияния экологических факторов на здоровье человека в Кузбассе; медико-биологические аспекты, характерные для региона; здоровье населения Кузбасса и экологическое состояние окружающей среды; мероприятия по реабилитации здоровья жителей Кузбасса [1,7,11,12,21,25,32,37,41,51,56].

45. Экологические аспекты энергетики Кузбасса

Роль энергетики в общем балансе производства Кузбасса; распределение видов производства энергии в регионе; антропогенная нагрузка на природную среду Кузбасса от энергетики; экологические проблемы региона в результате деятельности энергетики региона [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

46. Почвенные ресурсы Кузбасса

Земельный кадастр области; классификация почв; ландшафт и предназначение почвенных ресурсов региона; методы оценки качества почв; перспектива использования земельных ресурсов и их сохранение [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

47. Радиационная обстановка городов Кузбасса

Охарактеризовать естественные, ионизирующие факторы среды, радиоактивность наземных природных объектов региона; представить искусственные источники радиации, распространение радиоактивных загрязнений в геосферах и нейтрализация радиоактивных отходов; общая радиационная обстановка в Кузбассе [1,7, 11,21,25,32,37,41,51,56].

48. Экологические программы Кузбасса

Пути улучшения экологической ситуации в области; разработка природоохранных программ Кузбасса; приоритетные направления в области решения экологических проблем; эффективность их выполнения и оценка степени возможного улучшения экологической обстановки [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

49. Демографические аспекты в Кузбассе

Дать описание проблем снижения численности населения региона; раскрыть понятия: демографические проблемы, демографический взрыв; демографические прогнозы, перспективы и пути решения демографических проблем региона [1,7,11,21,25,32,37,41, 51,56].

50. Плата за вредное воздействие на биосферу в РФ

Обосновать необходимость принятия положения об установлении платы за вредное воздействие на окружающую среду; раскрыть основные параграфы положения с оценкой их значимости при осуществлении платежей; указать организации, отвечающие за установление объемов платежей и ведущие контроль за четкостью исполнения положения об оплате вредного воздействия [8,13,17,43,49,59].

51. Экологические проблемы при извлечении метана из угольных пластов

Обосновать целесообразность предварительного извлечения метана из угольных пластов; пути переработки извлеченного метана; приоритетные технологии, экономическая и экологическая оценка данного технического решения [6,9,10,19,22,28,35,36,38,40, 55,58,62].

52. «Красная книга» Кузбасса

Оценить целесообразность создания «Красной книги» Кузбасса; дать описание редких видов растений и животных региона; богатство и уникальность экологических систем Кемеровской области [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

53. Ресурсы животного мира Кемеровской области

Запасы фауны региона; ее ценность и значимость; угроза сокращения ресурсов животного мира Кузбасса; пути сбережения фауны региона и увеличение ее видового разнообразия [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

54. Экологические проблемы автотранспорта городов Кузбасса

Представить классификацию автотранспорта Кузбасса; его численность, техническое состояние; дать оценку антропогенной нагрузки от автотранспорта региона; пути решения экологических проблем от автотранспорта в регионе [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

55. Лесные и растительные ресурсы Кузбасса

Дать оценку лесным и растительным ресурсам региона; их распределение, уникальность и значимость для Кузбасса; определить влияние деятельности человека на состояние флоры региона и пути снижения этого влияния [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

56. Минеральные ресурсы Кемеровской области

Дать оценку минеральным ресурсам региона; их распределение и масштабы; методы оценки используемых природных минеральных ресурсов; стоимостная оценка полезности минеральных ресурсов [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

57. Биогеохимические круговороты

Раскрыть сущность биогеохимических циклов с точки зрения теории В. И. Вернадского о биосфере и роли живых организмов в эволюционном развитии планеты; большой и малый круговороты веществ в биосфере [2,5,6,20,24,30,39,50,61,64].

58. Экология и автомобильные дороги Кузбасса

Схема автомобильных дорог региона, их протяженность и влияние на природные экосистемы; формы отрицательного воздействия автомобильных дорог на природу и пути снижения их действия; значимость автодорог для Кузбасса [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

59. Природоохранные органы в РФ

Классифицировать природоохранные органы РФ; расшифровать их назначение и полномочия; отличительные особенности комплексных и функциональных природоохранных органов; какие организации относятся к отраслевым и территориальным; эффективность их деятельности [13,17,43,49,59].

60. Охраняемые природные территории и объекты Кузбасса

Какие существуют виды особо охраняемых природных территорий в регионе и каковы их функции; структура региональных реликтовых природных объектов и их возможности в поддержании экологического баланса; роль заповедных зон и территорий для решения различных хозяйственных и социальных задач региона [7,11,21,25,32,37,41,51,56].

61. Водные ресурсы Кузбасса

Основные источники водного баланса Кузбасса; масштабы и качество водных ресурсов; критерии и системы оценки качества воды; значимость ресурсов для промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйств региона; самоочищение водоемов области [1,7,11,21,25,32,37,41,51,56].

62. Угольные ресурсы Кузбасса и экологические аспекты

Охарактеризовать угольные ресурсы региона по источникам и местоположению; определить их исчерпаемость, общегеологические запасы; дать оценку качеству твердого топлива; определить факторы отрицательного воздействия на окружающую среду при разработке месторождений твердого топлива [7,11,21,25,32,37,41, 51,56].

63. Город – искусственная экосистема

Представить классификацию антропогенных экосистем, возникающих в результате деятельности человека; указать отличительные особенности формирования антропогенных систем; их свойства и реакция на воздействие внешних сил [1,28,30,41,54,55, 61,62,64].

64. Система мониторинга в Кузбассе

Дать определение мониторингу в области охраны окружающей среды и оценить его значимость для Кузбасса; представить данные о системе мониторинга в регионе и схему его проведения с анализом полученных данных; определить эффективность веде-

ния мониторинга водоемов и атмосферы Кузбасса [7,11,21,25,32,37,41,51,56].

65. Закономерности развития биологических систем

Закон физико-химического единства живого вещества и био-геохимические принципы В.И. Вернадского; термодинамическое правило Вант-Гоффа – Аррениуса и другие физико-химические закономерности развития основ жизни; эколого-организменные закономерности развития; онтогенез; закон внутреннего динамического равновесия; солнечная энергия и ее влияние на общие земные природные процессы, число Вольфрама; закон толерантности [2,5,6,20,24,30,39,50,61,64].

66. Водные ресурсы России

Основные источники водного баланса России; масштабы и качество водных ресурсов; критерии и системы оценки качества воды; значимость ресурсов для промышленности, сельского хозяйства и коммунально-бытового хозяйства страны; самоочищение водоемов пресной воды [16,18,23,30,44,48,62].

67. Загрязнение гидросферы Кузбасса

Рассмотреть проблему загрязнения и истощения основных водных объектов региона; классифицировать источники загрязнения и масштабы их воздействия; последствия от загрязнения и истощения водных ресурсов Кузбасса; пути снижения степени отрицательного воздействия на водные объекты [7,11,21,25,32,37,41, 51,56].

68. Экологическое воспитание и образование в современном обществе

Определить значение человеческого воспитания, нравственности, образования в отношении между природой и обществом; экологическое самосознание человека, роль экологического воспитания в природоохранной деятельности; формы организации экологического воспитания и образования [1,7,8,17,21,25,40,43, 47].

69. Основной закон РФ «Об охране окружающей среды»

Дать краткую характеристику основному закону РФ; определить значимость закона для российского общества; как исполняется закон на практике и причины мешающие полному его исполнению.

70. Растительные ресурсы при решении экологических проблем

Рассмотреть возможность использования растительных ресурсов при оценке состояния окружающей среды; растения как индикаторы, как очистители, как средообразующий элемент и т.д. [1,15,24,28,30,41,54,55,61,62].

71. Недра России – основа ее богатства

Дать оценку минеральным ресурсам РФ; их распределение и масштабы; методы оценки используемых природных минеральных ресурсов; стоимостная оценка полезности минеральных ресурсов, истощимость природных ресурсов России [16,18,23,30,44,48,62].

72. Лесные ресурсы России

Дать оценку лесным и растительным ресурсам России; их распределение, уникальность и значимость для страны; определить влияние деятельности человека на состояние флоры страны и пути снижения этого влияния [16,18,23,30,44,48,62].

73. Земельные ресурсы России

Земельный кадастр России; классификация почв; ландшафт и предназначение почвенных ресурсов РФ; методы оценки качества почв; перспектива использования земельных ресурсов и их сохранения [16,18,23,30,44,48,62].

74. Безотходные производства

Определить роль безотходных и малоотходных технологий в снижении антропогенной нагрузки на геосферу и биосферу в целом; какие технологии являются малоотходными и как оценивается степень их безотходности; роль вторичных материальных

ресурсов в организации малоотходных технологий [17,18,26,44,45,48,60].

75. Методы очистки атмосферного воздуха

Классифицировать существующие методы очистки газовых выбросов; по каким признакам они классифицируются; их преимущества и недостатки; эффективность их использования на практике [9,22,26,32,35,40,57,58].

76. Нормирование и контроль вредных веществ в биосфере

Требования, предъявляемые к составу, свойствам и количеству вредных веществ, поступающих в биосферу; понятие ПДК, ПДВ, ВСВ, ПДС; факторы и критерии, влияющие на их значения; необходимость введения нормативных значений для вредных веществ и осуществление контроля при их сбросе в биосферу [6,13,21,25,32,40,49,59].

77. Концепции экологической безопасности РФ

Сформулировать понятие экологической опасности; причины возникновения технологического, экологического кризиса и его влияние на человека; последствия технологического кризиса; субъекты экологической безопасности; основные направления, проблемы и меры обеспечения экологической безопасности [5,16,19,21,27,31,32,55,58].

78. Экологическая экспертиза

Задачи и принципы экологической экспертизы; роль общественности в экологической экспертизе; ответственность в области экологической экспертизы и обязанности участников экспертизы [5,16,19,21,27,31,32,43].

79. Экологическая паспортизация предприятий

Рассмотреть, как организована природоохранная деятельность на предприятии; понятие экологический паспорт; информация, включаемая в экологический паспорт; решению каких задач способствует экологическая информация [5,16,19,21,27,31,32,43].

80. Оценка экологического ущерба

Дать определение экологическому ущербу; как он оценивается и из чего складывается; определение ущерба по детализированным элементам воздействия и укрупнено по сферам воздействия; виды ущерба, методы оценки ущерба; формы возмещения нанесенного ущерба [5,16,19,21,27,31,32,59].

81. Концепция устойчивого развития природных объектов

Глобальные прогностические модели; стратегия устойчивого развития, ее сущность и технико-экологическое направление реализации; коэволюция [5,16,19,21,27,31,32].

82. Популяционный уровень жизни

Популяция и ее место в иерархии биологических систем; пространственная структура популяций; биологическая роль участка обитания и пространственные отношения особей; структура внутри популяционных групп; гомеостаз популяций; динамика популяций; взаимодействие человека с популяциями [1,28,30,41,54,55,61,62].

83. Экологическая безопасность природных объектов и закон РФ «О техническом регулировании»

Охарактеризовать новый закон и его необходимость для производства; последствия от его реализации и влияние на природные объекты.

84. Создание искусственных экосистем

Биогеоценозы, создаваемые человеком: агроценозы, технобиогеоценозы и урбабиогеоценозы; замкнутые экосистемы и биосфера; биологические пруды, биофильтры, аэротенки, метатенки; экологическая оценка устойчивости искусственных экосистем (нооценозов) [1,28,30,41,54,55,61,62].

85. Адаптивные возможности живого организма

Основные типы изменений среды обитания и способы адаптаций организмов; теплообмен, экологическая валентность, кривые выживания, этапы адаптации; правило оптимума; правило

минимума; правило двух уровней адаптации [1,28,30,41,54,55,60,61,62].

86. Космические программы и экологические проблемы

Раскрыть возможности использования результатов выполнения космических программ для оценки экологической ситуации в биосфере; как используются космические программы для решения экологических задач [2,5,11,26,33,34,39,42].

87. Экологический риск

Определение риска и его показатели; опасные факторы, шкала безопасности, классификация состояния природы, понятие нулевого и приемлемого риска; управление риском, оценка риска и модель управления риском; чрезвычайные ситуации и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций; политика в управлении риском при воздействии на экологические системы [5,19,21,27,31,32].

88. Основные законы природопользования и охраны среды

Закон ограниченности природных ресурсов; правило одного и десяти процентов, правило интегрального ресурса и другие законы природопользования; закон шагреневой кожи, закон неустранимости отходов и другие принципы охраны среды жизни [17,18,26,44,45,48,60].

89. Основные законы развития природы

Сформулировать основные положения Б. Коммонера о взаимодействии природных элементов и их всеобщности; что отражают законы природы и как их надо учитывать при организации природоохранной деятельности человеком [1,28,30,41,54,55,61,62].

90. Методы обезвреживания сточных вод

Классифицировать существующие методы очистки сточных вод; по каким признакам они классифицируются; их преимущества и недостатки; эффективность их использования на практике [9,22,26,32,35,40,58].

91. Влияние энергетических полей на природную среду

Электромагнитная экология; геомагнетизм; электромагнитное загрязнение биосферы; нормирование электромагнитного поля; влияние их на живые организмы [7,14,24,28,32,33,45,58].

92. Экологические проблемы размещения отходов

Общие сведения об отходах; централизованное размещение; локальное размещение; обращение с радиоактивными отходами; экологические проблемы размещения отходов; переработка промышленных и бытовых отходов [6,9,10,19,22,28,35,36,38,40,55,58,62].

93. Организация наземных экосистем

Сформулировать понятие экологических систем в экологии; определить факторы, условия формирования экосистем и основные принципы функционирования наземных экосистем; раскрыть механизмы саморегуляции, самоподдержания устойчивого состояния наземных экосистем [1,28,30,41,54,55,61,62].

94. Экологические кризисы и катастрофы

Понятие экологической безопасности; экологический кризис: структура, причины, пути выхода; прогнозируемые экологические кризисы; экологические катастрофы и их модели; трагедия Арала [1,5,11,19,20,27,32,38,42].

95. Экология и газонефтяной комплекс

Охарактеризовать газонефтяной комплекс как источник вредного воздействия на биосферу; расшифровать источники антропогенного воздействия на природу при добыче нефти, газа и последствия воздействия на экосистемы [6,9,10,19,22,28,35,36,38,40,55,58,62].

96. Охраняемые природные территории России

Заповедный аспект рационального природопользования; виды охраняемых природных территорий; сохранение памятников природы; борьба с браконьерством и «диким» туризмом [16,18,23,

30,44,48,62].

97. Рекреационные ресурсы России

Роль рекреационных ресурсов в оздоровлении населения России; характеристика санаторно-курортных зон; мероприятия по сохранению целебных свойств рекреационных ресурсов России [16,18,23,30,44,48,62].

98. Зависимость качества продуктов питания и воды от состояния природной среды

Влияние загрязнения окружающей среды на качество исходного питательного материала и питьевую воду; тяжелые металлы и живые организмы, радиация и питательные материалы; химические загрязнители и качество воды [6,13,21,25,32,40,49,59].

99. Экология и металлургия

Оценка влияния металлургии на окружающую природную среду; экологические аспекты действия металлов; пути снижения вредного воздействия металлургии на окружающую природную среду [6,9,10,19,22,28,35,36,38,40,55,58,62].

6. Общий перечень реферативных работ

1. История становления экологической науки.
2. Современная экология в системе наук.
3. Экология и эволюция.
4. Организация экологических систем.
5. Биосфера – экосистема высокого порядка.
6. Развитие биосферы и космические факторы.
7. Живая материя планеты.
8. Факторы глобального воздействия на биосферу.
9. Среда обитания – материальная система природы.
10. Экология и социальные проблемы.
11. Экологическая этика современного человека.
12. Энергетика живых организмов.
13. Современное общество и его воздействие на биосферу.
14. Научно-технический прогресс и экологические аспекты.

15. Демографические проблемы человеческого общества.
16. Международное значение экологических проблем.
17. Роль нормативно-правовой системы во взаимодействии общества и природы.
18. Источники антропогенного воздействия на природу.
19. Проблема перехода биосферы в ноосферу.
20. Антропогенное воздействие на атмосферу.
21. Климат и человек.
22. Озон и жизнь на планете.
23. Природа и последствия загрязнения гидросферы.
24. Загрязнение литосферы.
25. Энергетика – источник жизни и загрязнения биосферы.
26. Экологические последствия радиоактивной опасности.
27. Транспорт – источник вредного воздействия на природу.
28. Автотранспорт и природа.
29. Влияние химической промышленности на экосистемы.
30. Экология и горнодобывающая отрасль.
31. Загрязнение экосистем машиностроительными предприятиями.
32. Сельское хозяйство – антропогенный фактор воздействия на природу.
33. Экономические аспекты в экологии.
34. Экологический мониторинг.
35. Коммунально-бытовое хозяйство Кузбасса и биосфера.
36. Основные пути снижения антропогенной нагрузки на биосферу.
37. Экологически безопасные источники энергии.
38. Экологическое состояние реки Томи.
39. Экологические факторы и здоровье человека.
40. Экология и производство строительных материалов.
41. Растения и чистота природной среды.
42. Вопросы экологии Крапивинского гидроузла.
43. Вопросы экологии закрывающихся шахт.
44. Здоровье населения Кузбасса.
45. Экологические аспекты энергетики Кузбасса.
46. Почвенные ресурсы Кузбасса.
47. Радиационная обстановка городов Кузбасса.

48. Экологические программы Кузбасса.
49. Демографические аспекты в Кузбассе.
50. Плата за вредное воздействие на биосферу в РФ.
51. Экологические проблемы при извлечении метана из угольных пластов.
52. «Красная книга» Кузбасса.
53. Ресурсы животного мира Кемеровской области.
54. Экологические проблемы автотранспорта Кузбасса.
55. Лесные и растительные ресурсы Кузбасса.
56. Минеральные ресурсы Кемеровской области.
57. Биогеохимические круговороты.
58. Экология и автомобильные дороги Кузбасса.
59. Природоохранные органы в РФ.
60. Охраняемые природные территории и объекты Кузбасса.
61. Водные ресурсы Кузбасса.
62. Угольные ресурсы Кузбасса и экологические аспекты.
63. Город – искусственная экосистема.
64. Система мониторинга в Кузбассе.
65. Закономерности развития биологических систем.
66. Водные ресурсы России.
67. Загрязнение гидросферы Кузбасса.
68. Экологическое воспитание и образование в современном обществе.
69. Основной закон РФ «Об охране окружающей среды».
70. Растительные ресурсы при решении экологических задач.
71. Недра России – основа ее богатства.
72. Лесные ресурсы России.
73. Земельные ресурсы России.
74. Безотходные производства.
75. Методы очистки атмосферного воздуха.
76. Нормирование и контроль вредных веществ в биосфере.
77. Концепции экологической безопасности РФ.
78. Экологическая экспертиза.
79. Экологическая паспортизация предприятий.
80. Оценка экологического ущерба.
81. Концепция устойчивого развития природных объектов.
82. Популяционный уровень жизни.

83. Экологическая безопасность природных объектов и закон РФ «О техническом регулировании».
84. Создание искусственных экосистем.
85. Адаптивные возможности живого организма.
86. Космические программы и экологические проблемы.
87. Экологический риск.
88. Основные законы природопользования и охраны среды.
89. Основные законы развития природы.
90. Методы обезвреживания сточных вод.
91. Влияние энергетических полей на окружающую природную среду.
92. Экологические проблемы размещения отходов.
93. Организация наземных экосистем
94. Экологические кризисы и катастрофы.
95. Экология и газонефтяной комплекс.
96. Охраняемые природные территории России.
97. Рекреационные ресурсы России.
98. Зависимость качества продуктов питания и воды от состояния природной среды.
99. Экология и металлургия.

Список рекомендуемой литературы

1. Акимова, Т. А. Экология: учеб. для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : ЮНИТИ – Дана, 2011. – 648 с.
2. Аллен, Дж. Космические биосферы / Дж. Аллен, М. Нельсон. – Москва : Наука, 2011. – 121 с.
3. Ансеров, Ю. М. Машиностроение и охрана окружающей среды. – Москва : Знание, 2011. – 265 с.
4. Анаништов, В. В. Экономика природопользования и охрана окружающей среды. – Санкт-Петербург, 2004. – 261 с.
5. Биосфера и ноосфера (Вернадский В. И.). – Москва : Наука, 2009. – 261 с.
6. Богдановский, Г. А. Химическая экология. – Москва : МГУ, 2009. – 237 с.

7. Бушов, Ю. В. Психофизическая устойчивость человека в особых условиях деятельности. – Томск : ТГУ, 2008. – 97 с.
8. Васильев, М. И. Судебная защита экологических прав. – Москва, 2006. – 89 с.
9. Виглин, В. Е. Инженерные основы охраны природы. – Москва, 2011. – 428 с.
10. Владимиров, А. М. Охрана окружающей среды / А. М. Владимиров, Ю. И. Ляхин. – Ленинград : Гидрометеиздат, 2011. – 424 с.
11. Владимиров, В. А. Катастрофы и экология / В. А. Владимиров, В. И. Измалков. – Москва, 2000. – 380 с.
12. Волкова, А. Г. Демографические перспективы России. – Москва : Знание, 2003. – 154 с.
13. Воробейчик, Е. А. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / Е. А. Воробейчик, О. Ф. Садыков. – Екатеринбург : УИФ, Наука, 2014. – 285 с.
14. Вронский, В. А. Прикладная экология. – Москва, 2006. – 385 с.
15. Вронский, В. А. Экология: словарь-справочник. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. – 593 с.
16. Гирусов, Э. Ф. Экологическое и экономическое природопользование. – Москва, 2008. – 671 с.
17. Городинская, В. С. Природа, человек, закон. – Москва : Юридическая литература, 2010. – 384 с.
18. Голуб, А. А. Экономика природопользования. – Москва, 2015. – 364 с.
19. Григорьев, Д. А. Экологические уроки исторического прошлого и современности. – Москва : Наука, 2011. – 246 с.
20. Дончева, А. В. Ландшафтная индикация природной среды / А. В. Дончева, Л. К. Казанова. – Москва : Экология, 2012. – 256 с.
21. Дрейер, А. К. Развивающийся мир и экологические проблемы / А. К. Дрейер, В. А. Лось. – Москва : Знание, 2011. – 64 с.
22. Захарченко, Т. Р. Охрана окружающей среды. – Санкт-Петербург, 2014. – 253 с.
23. Золотухина, А. Д. Методическое пособие по экологии. – Кемерово : КГУ, 2011. – 54 с.

24. Иванов, К. Г. Основы энергетики организма. – Ленинград : ЛГУ, 2011. – 237 с.
25. Иоганзен, Б. Г. Проблемы экологии человека / Б. Г. Иоганзен, Е. Д. Логачев. – Кемерово : КГУ, 2010. – 127 с.
26. Калыгин, В. Г. Промышленная экология: курс лекций. – Москва: МНЭПУ, 2010. – 274 с.
27. Киселев, Н. Н. Мироззрение и экология. – Киев : Наукова Думка, 2010. – 231 с.
28. Коробкин, В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Перельский. – Ростов н/Д : Феникс, 2011. – 428 с.
29. Колесников, С. И. Экология: экзаменационные ответы. Серия «Сдаем экзамен». – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 384 с.
30. Коробкин, В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Перельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 637 с.
31. Крапивин, В. Ф. Проблемы мониторинга. – Москва : Знание, 2011. – 62 с.
32. Лапин, В. Л. Безопасное взаимодействие человека с техническими системами. – Курск, 2015. – 95 с.
33. Левицкий, С. И. Ближний космос и экология / С. И. Левицкий, В. В. Сигаловский // Наука и жизнь. – 2009. – № 5–6. – С. 38–43.
34. Мазур, И. И. Шанс на выживание. Экология и научно-технический прогресс. – Москва : Наука, 2007. – 160 с.
35. Мазур, В. А. Инженерная экология. – Москва, 2008. – 957 с.
36. Мирзаев, Г. Г. Экология горного производства. – Москва : Недра, 2011. – 287 с.
37. Мизун, Ю. Г. Озонные дыры: мифы и реальность. – Москва : Мысль, 2008. – 193 с.
38. Монин, А. С. Глобальные экологические проблемы. – Москва: Знание, 2010. – 91 с.
39. Никаноров, А. И. Глобальная экология: учеб. пособие. – Москва : ПРИОР, 2010. – 608 с.
40. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда, человек. – Москва, 2008. – 257 с.
41. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие для вузов. – Москва : Фаир – Пресс, 2010. – 534 с.

42. Олдаг, П. Г. Колокол тревоги. Пределы бесконтрольности и судьбы цивилизации. – Москва : Политиздат, 2010. – 198 с.
43. Петров, В. В. Экологическое право в России: учеб. для вузов. – Москва : БЕК, 2005. – 537 с.
44. Пермяков, Р. С. Экологический механизм экологического менеджмента. – Москва, 2008. – 97 с.
45. Плюснин, С. А. Основные принципы экологизации технических процессов. – Ленинград : ЛТИ, 2010. – 87 с.
46. Примак, А. В. Защита окружающей среды на предприятиях стройиндустрии / А. В. Примак, П. Б. Балтрена. – Киев : Наукова Думка, 2011. – 163 с.
47. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды. – Москва, 2009. – 263 с.
48. Природопользование / под ред. Э. А. Арустамова. – Москва, 2010. – 279 с.
49. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и природопользование в России. – Москва : Финансы и статистика, 2015. – 528 с.
50. Реймерс, Н. Ф. Экологические теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – Москва, 2014. – 364 с.
51. Ревель, П. Среда нашего обитания / П. Ревель, Ч. Ревель. – Москва, 2004. – 457 с.
52. Романенко, М. Ф. Экология Кузбасса: проблемы и перспективы. – Новокузнецк : СМИ, 2002. – 76 с.
53. Скурлатов, Ю. Н. Введение в экологическую химию. – Москва : Высш. шк. 2014. – 399 с.
54. Стадницкий, Г. В. Экология. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2014. – 272 с.
55. Степановских, А. С. Экология: учеб. для вузов – Москва : ЮНИТИ – Дана, 2011. – 582 с.
56. Тищенко, Н. Ф. Охрана атмосферного воздуха: справочник. – Москва : Химия, 2011. – 386 с.
57. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность. – М. : Академия, 2012. – 375 с.
58. Царегородцев, Г. А. Платежи за пользование природными ресурсами. – Москва, 2008. – 147 с.

59. Экология и безопасность: справочник. – Москва : Наука, 2013. – Т. 2. – 1080 с.

60. Экология / под ред. С. А. Боголюбова. – Москва : Знание, 2009. – 276 с.

61. Экология: учеб. пособие / под ред. проф. В. В. Денисова. – Ростов-на-Дону : Издательский центр «МарТ», 2012. – 658 с.

62. Яншин, А. Л. Уроки исторического прошлого / А. Л. Яншин, А. И. Мелуя. – Москва : Мысль, 2011. – 237 с.

63. Эндрес, А. Экономика природных ресурсов / А. Эндрес, И. Квернер. – Санкт-Петербург: Питер, 2014. – 256 с.

ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

Д31: Самостоятельное изучение вопросов: роль и место экологии в системе современных знаний о природе, человеке и обществе, цели и задачи экологического образования, воспитания в современном обществе, основные принципы экологического образования, задачи, объекты, законы и аксиомы экологии

Д32: Оформить отчет к лабораторной работе № 1, ответить на контрольные вопросы.

Д33: Изучение вопросов: взаимоотношения организмов и среды, экологические факторы (абиотические, биотические, антропогенные факторы) и их влияние на живой организм; популяции живых организмов (состав, структура и численность, динамика), биоценозы; экосистемы и биогеоценозы: толерантность и лимитирующий фактор, гомеостаз и сукцессия.

Д34: Самостоятельное изучение вопросов: биосфера и человек, структура биосферы, круговорот веществ в биосфере, роль В. И. Вернадского в создании учения о биосфере, понятие о ноосфере, понятие об окружающей природной среде; антропогенное загрязнение окружающей природной среды, виды и последствия загрязнения, угроза глобального экологического кризиса, ответственность человека за состояние окружающей природной среды.

Д35: Оформить отчет к лабораторной работе № 2, ответить на контрольные вопросы.

Самостоятельное изучение вопросов: нормативы качества воды в водных объектах, виды водопользования, условия сброса

сточных вод, лимитирующий показатель вредности, мероприятия по охране водного бассейна от загрязнения.

Д36: Изучение вопросов: энергетика живых организмов, влияние факторов окружающей среды на здоровье, чужеродные вещества в продуктах питания, влияние антропогенных загрязнителей атмосферы на здоровье человека, вода как фактор здоровья человека, загрязнение почвы и здоровье человека, влияние радиации на здоровье человека.

Д37: Самостоятельное изучение вопросов: экологические проблемы биосферы; источники и экологические последствия загрязнения; парниковый эффект и проблема глобального изменения климата на планете; разрушение озонового слоя и жизнь на земле; трансграничный перенос загрязнения в атмосфере, кислотные осадки, фотохимический смог; опустынивание земель и вырубка лесов, радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Д38: Оформить отчет к лабораторной работе № 3, ответить на контрольные вопросы.

Д39: Изучение вопросов: природные ресурсы, их классификация; ресурсный цикл; основные принципы рационального, комплексного использования природных ресурсов; качество окружающей среды, критерии качества, предельно-допустимые концентрации вредных веществ.

Д310: Изучение вопросов: основы экологического права, цели и задачи экологического права в Российской Федерации, закон об охране окружающей среды, его основные положения, объекты охраны; отраслевые законы об охране окружающей среды: подзаконные акты, юридическая ответственность за нарушение природоохранного законодательства: виды ответственности и меры наказания.

Д311: Оформить отчет к лабораторной работе № 4, ответить на контрольные вопросы.

Самостоятельное изучение вопросов: состояние и химический состав почв, влияние химических веществ на свойства почвы, методы отбора и подготовки проб почвы для исследования, подготовка водной вытяжки для выполнения химических анализов почвы.

Д312: Оформить отчет к лабораторной работе № 5, ответить на контрольные вопросы.

Д313: Подготовка к тестированию, повторение лекционного материала по всему курсу.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

К текущему контролю № 1:

1. Какой термин предложил В. И. Вернадский для объединения всей массы организмов всех видов?

- а. биосфера
- б. биомасса
- в. *живое вещество*
- г. косное вещество

К текущему контролю № 2:

Экологическая ниша вида...

- а. *составляет весь комплекс факторов, которые требуются для существования вида*
- б. представлена определенным ареалом
- в. может быстро измениться под влиянием условий среды
- г. может полностью перекрываться экологической нишей другого вида

К текущему контролю № 3:

Мониторинг среды означает:

- а. систему защиты среды обитания
- б. *систему регулярных наблюдений за состоянием окружающей среды*
- в. систему правовых законодательных актов по защите природной среды
- г. систему наблюдений за отдельным видом организмов и его влиянием на человека

К текущему контролю № 4:

Метод очистки газового выброса от оксидов серы с использованием растворов щелочей называют:

- а. адсорбционным
- б. *хемосорбционным*
- в. каталитическим

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Экология как наука, структура экологической области знания. Задачи экологии на современном этапе развития общества.

2. Основные свойства живых систем. Уровни организации жизни на Земле.

3. Среда обитания и экологические факторы. Классификация экологических факторов. Понятие лимитирующего фактора. Пределы толерантности организмов по отношению к действию экологических факторов.

4. Особенности климата гор, леса, почвы, водной среды. Адаптации организмов к действию климатических факторов.

5. Понятие популяции. Основные характеристики популяции. Типы возрастных пирамид. Размещение организмов в популяции.

6. Понятие экосистемы. Классификация экосистем. Примеры экосистем. Состав экосистемы. Развитие экосистем.

7. Трофические отношения организмов в экосистеме. Типы экологических пирамид.

8. Превращение энергии в экосистемах. Классификация экосистем в зависимости от источника и уровня поступления энергии. Понятие продуктивности.

9. Типы взаимоотношений организмов в сообществах (внутри- и межвидовые). Понятие экологической ниши.

10. Биосфера как одна из оболочек Земли. Границы биосферы. В.И. Вернадский о биосфере. Понятие ноосферы.

11. круговороты веществ. Биогенные элементы. Биогеохимический цикл углерода. Вмешательство человека в биогеохимический цикл углерода.

12. Биогеохимические циклы азота, серы, фосфора. Вмешательство человека в биогеохимические циклы. Круговорот воды. Вмешательство человека в круговорот воды.

13. Основные этапы развития взаимоотношений общества и природы. Экологические кризисы и революции. Понятие устойчивого развития. Концепция перехода общества на модель устойчивого развития.

14. Воздействие человека на окружающую среду. Виды воздействия.

15. Понятие загрязнения окружающей среды. Виды загрязнений. Источники загрязнений. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека.

16. Охрана атмосферного воздуха. Способы и средства очистки промышленных выбросов от пыли и газообразных загрязнений.

17. Охрана водных ресурсов. Методы очистки сточных вод.

18. Методы переработки и ликвидации твердых отходов. Перспективные направления утилизации твердых бытовых и промышленных отходов, в т. ч. в Кузбассе.

19. Природные ресурсы, их классификация.

20. Нормирование качества окружающей среды. Критерии качества окружающей среды. Нормирование качества атмосферного воздуха, воды в водных объектах, почв.

21. Основные понятия и принципы экономического механизма управления природоохранной деятельностью.

22. Правовая защита природной окружающей среды в РФ. Основные законодательные акты РФ по охране окружающей среды.

23. Объекты природоохранного законодательства. Виды ответственности за нарушение природоохранного законодательства.

24. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Международные организации, занимающиеся проблемами охраны окружающей среды.

25. Глобальные экологические проблемы. Возможные пути их решения.

26. Экологические проблемы Кузбасса.