

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ  
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ХИМИЯ ПОЧВ**

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических занятиях.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы для выполнения заданий на занятиях.
Подготовка к промежуточной аттестации	При подготовке к промежуточной аттестации необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

### Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим занятиям

#### Практическое занятие №1, №2, №3 Общие требования к методам отбора и обработки проб

Результаты любого анализа зависят от правильного отбора проб и предварительной их обработки. ИСО 10381 – 1 и ГОСТ 28168 устанавливают основные принципы, которые необходимо соблюдать при составлении программ отбора проб. Места отбора проб почвы на исследуемой территории с одинаковым уровнем загрязнения намечают по координатной сетке с равными расстояниями. Если предполагается неравномерное загрязнение почвы, то расстояние между линиями сетки намечают с учетом расстояния от источника загрязнения и преобладающего направления ветра. Среднюю смешанную пробу составляют из нескольких десятков первоначальных проб. При локальном загрязнении почв места отбора проб размещают по концентрическим окружностям вокруг места загрязнения.

Отбор проводят с учетом вертикальной структуры, неоднородности покрова почвы, рельефа и климата местности, а также с особенностями свойств загрязняющих веществ или организмов. Пробы отбирают с условием, чтобы в каждом случае проба являлась типичной для данной точки отбора. В точках, намеченных для взятия образцов, предварительно удаляют остатки растительности. Пробы, отобранные для проведения химического анализа, упаковывают в емкости из химически нейтрального материала. При проведении анализа на содержание летучих соединений пробу следует помещать в герметически закрываемый сосуд. Образцы

почв предварительно просушивают на воздухе при комнатной температуре. Хранение сырых образцов ведет к значительному изменению их свойств и состава. При необходимости хранения проб почвы более месяца применяют консервацию. Почву пересыпают в кристаллизатор, заливают 3% раствором формалина, приготовленном на изотоническом 0,85 % растворе хлористого натрия, или 3 % раствором соляной кислоты, а затем помещают в холодильник. Определение нитратов, нитритов, поглощенного аммония, водорастворимых форм калия, фосфора желателно проводить в день взятия образцов при их естественной влажности. Влажную почву просеивают через сито с диаметром отверстий 3 мм. Остальные определения проводят в воздушно-сухих образцах.

#### **Практическое занятие № 4, №5, №6 Углерод в почвах и методы определения углерода органических соединений**

Углерод входит в состав как органических, так и неорганических соединений почвы. Ниже приведены стандартные методы, позволяющие определить содержание в почве общего углерода, а также органического углерода.

Определение общего углерода ИСО 10694 устанавливает метод определения общего содержания углерода в почве после сухого сжигания. Содержание органического углерода по данному методу можно определить для воздушно-сухих проб всех типов почвы.

Сущность метода заключается в окислении присутствующего в почве углерода при нагреве в токе кислородсодержащего газа с последующим определением выделившейся двуокиси углерода инструментальным методом или методами химического анализа. При нагреве пробы почвы до 900°C любые присутствующие карбонаты разлагаются с выделением двуокиси углерода, поэтому их удаляют из пробы путем обработки почвы соляной кислотой. Если содержание карбонатов в почве известно, то их из пробы можно не удалять, а при подсчете окончательного результата следует ввести поправку. При pH почвы менее 6,5 по CaCl<sub>2</sub> присутствие карбонатов маловероятно, если только в эту почву недавно не вносили известь.

#### **Практическое занятие №7, №8, №9 Определение почвенных карбонатов**

Настоящий стандарт устанавливает метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке из засоленных почв при проведении почвенного, агрохимического, мелиоративного обследования угодий, контроля за состоянием солевого режима почв, а также при других изыскательских и исследовательских работах.

Суммарная погрешность метода, выраженная средним квадратическим отклонением, составляет 0,07 ммоль в 100 г почвы. Сущность метода заключается в титровании раствором серной кислоты в водной вытяжке ионов карбоната до pH 8,3, бикарбоната - до pH 4,4. Конечную точку титрования устанавливают с помощью pH-метра или по изменению окраски индикаторов - фенолфталеина (pH 8,3) и метилового оранжевого (pH 4,4). Для анализа темноокрашенных вытяжек титрование с использованием индикаторов не применяют.

#### **Практическое занятие №10 Определение фосфора**

Международный стандарт ИСО 11263 устанавливает метод определения содержания в почве фосфора, растворимого в водном растворе бикарбоната натрия. Метод определения применим к любым типам почвы.

Сущность метода заключается в обработке пробы почвы раствором бикарбоната натрия при pH 8,5 для понижения концентрации кальция, алюминия и железа (III). После обработки образуются малорастворимые углекислый кальций (CaCO<sub>3</sub>) и гидроксиды алюминия и железа, а растворимые соединения фосфора переходят в раствор, который анализируют спектрометрическим методом.

### **Практическое занятие №11 Определение азота и нитратов**

Почвенный азот является основным питательным веществом для растений и микроорганизмов. Оптимальное соотношение необходимого для питания растений азота и азота, внесенного в почву, имеет большое значение для оценки экологического состояния данной местности.

Избыточное внесение азотных удобрений в почву приводит к загрязнению грунтовых вод нитратами. Увеличенное вследствие этого содержание нитратов в питьевой воде приводит к различным заболеваниям населения.

Минеральные соединения азота составляют 1-5% от общего содержания азота в почве. Эти соединения представлены в основном нитратами и аммонием. Содержание органического и минерального азота в почве определяют по стандартным методам, приведенным ниже.

### **Практическое занятие №12, №13, №14 Кислотно-основные свойства почв**

Настоящий стандарт устанавливает метод определения обменной кислотности в почвах, вскрышных и вмещающих породах при проведении почвенного, агрохимического, мелиоративного обследования угодий, контроля за состоянием почв, а также при других изыскательских и исследовательских работах.

Суммарная относительная погрешность метода составляет: 25% при обменной кислотности до 0,1 моль в 100 г почвы, 10% - 0,1 до 0,5 моль в 100 г почвы и 7,5% - более 0,5 моль в 100 г почвы.

Сущность метода заключается в извлечении обменных ионов водорода и алюминия из почвы раствором KCl концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup> при соотношении почвы и раствора 1:2,5 и последующем потенциометрическом титровании фильтрата NaOH до pH 8,2.

*Метод определения гидролитической кислотности почв по методу Каппена*

Эта форма кислотности обусловлена ионами водорода, более прочно связанными в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и способными обмениваться на основания только в нейтральной или щелочной среде.

Эти ионы водорода труднее замещаются на основания и вытесняются в раствор только гидролитически щелочными солями.

В качестве гидролитически щелочной соли применяется уксуснокислый натрий (CH<sub>3</sub>COONa), который в водном растворе образует слабо диссоциирующую уксусную кислоту и сильное основание – pH раствора 8,2.

Гидролитически щелочная соль взаимодействует как с ППК, так и с почвенным раствором, таким образом, в данном случае определяется общая кислотность почвы, которая включает актуальную и потенциальную кислотность, как обменную, так и собственно гидролитическую.

Гидролитическую кислотность выражают в мг-эквивалентах на 100 г почвы. Установлено, что таким путём вытесняется не весь водород, поэтому при расчёте вводят коэффициент П = 1,75 - поправка на полноту вытеснения водорода. Величина гидролитической кислотности используется для расчёта дозы извести при известковании кислых почв.

### **Практическое занятие №15 Весовой метод определения нефтепродуктов в почве.**

Для оценки экологического состояния почв по химическим показателям применяются также санитарные показатели, отражающие загрязнение земель химическими веществами, которые могут быть представлены:

- тяжелыми металлами;
- полициклическими ароматическими углеводородами;
- полихлорированными углеводородами;
- нефтепродуктами;
- ионами сульфатов, хлоридов, фосфатов, нитратов и нитритов.

Также к санитарным показателям относят химические вещества, несущие угрозу заболеваемости людей и наносящие вред окружающей среде.

## Методические материалы для обучающихся по подготовке к СРС

№	Тема	Рассматриваемые вопросы
1	<b>Фотоколориметрические определения.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как возникает аналитический сигнал в фотоколориметрии?</li> <li>2. Назовите химические причины отклонений от закона Бугера?</li> <li>3. Что является мерой чувствительности фотометрического анализа?</li> <li>4. Как обеспечить селективность фотометрического анализа?</li> <li>5. На чем основан выбор рабочего диапазона рН в фотоколориметрии?</li> <li>6. Какие основные способы осуществления измерений в фотоколориметрии Вам известны?</li> <li>7. В каком диапазоне изменения величины оптической плотности наблюдается наименьшая ошибка измерений?</li> <li>8. Назовите основные различия в конструкциях фотоколориметра и спектрофотометра.</li> <li>9. Опишите оптическую схему фотоколориметра ФЭК-56М. Изложите два основных способа проведения измерений на нем.</li> <li>10. На чем основан выбор светофильтра и длины кюветы в фотоколориметрии?</li> <li>11. Возможно ли одновременное определение концентраций двух ионов фотоколориметрическим методом? Ответ обосновать.</li> </ol>
2	<b>Газовольюметрическое определение</b>	<p>Сущность газовольюметрических определений</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Приборы газовольюметрии</li> <li>3. Примеры газовольюметрических определений</li> <li>4. Методы увеличения точности определений</li> </ol>
3	<b>Физико-химические методы анализа природных объектов</b>	<p>Перечень вопросов для характеристики одного из методов:</p> <p><i>Хроматографические методы анализа объектов окружающей среды</i></p> <p>Хроматографические методы анализа занимают одно из ключевых мест при анализе суперэкоотоксикантов. Возможность использования методов для анализа газовых и жидких фаз на содержание органических и неорганических примесей в широком диапазоне концентраций обеспечивает их широкое распространение эколого-аналитическом мониторинге.</p> <p><i>Газовая хроматография</i></p> <p>Вопросы в рамках лекций: хроматографическое удерживание (абсолютное и приведенное времена удерживания, индексы удерживания Ковача);</p>

		<p>эффективность разделения; селективность разделения; принципиальная схема газового хроматографа; устройство для ввода газовых и жидких проб; типы колонок в газовой хроматографии, их основные характеристики; принцип работы, характеристики и область применения детекторов (катарометр, пламенно-ионизационный, электронного захвата, термоионный, пламенно-фотометрический, масс-спектрометрический, ИК-Фурье-спектроскопический).</p> <p><i>Жидкостная хроматография</i></p> <p>Вопросы в рамках лекций: разновидности жидкостной хроматографии: адсорбционная, распределительная, ионообменная, ион-парная; неподвижные фазы для жидкостной хроматографии. высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ); принципиальная схема ВЭЖХ; устройства отбора пробы, насосы, колонки, детекторы (дифференциальный рефрактометр, УФ-детектор, спектрофотометр, кондуктометр).</p> <p><i>Электрохимические методы анализа объектов окружающей среды</i></p> <p>Электрохимические методы анализа (электроанализ), в основе которых лежат электрохимические процессы, занимают достойное место среди методов контроля состояния окружающей среды, так как способны обеспечить определение огромного числа как неорганических, так и органических экологически опасных веществ. Для них характерны высокая чувствительность и селективность, быстрота отклика на изменение состава анализируемого объекта, легкость автоматизации и возможность дистанционного управления.</p> <p>- <i>потенциометрический метод</i>: прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование; индикаторные электроды и электроды сравнения; потенциометрические методики анализа объектов окружающей среды;</p> <p>- <i>вольтамперометрический метод анализа</i>: классификация электродов в вольтамперометрии; преимущества и недостатки твердых электродов по сравнению с ртутным; классическая полярография на ртутном каплюющем электроде; морфология полярограммы: потенциал полуволны и др.; современные разновидности вольтамперометрии (полярографии): вольтамперометрия с быстрой разверткой потенциала (осциллографическая, циклическая), импульсная полярография (нормальная и дифференциальная), переменноточковая вольтамперометрия (синусоидальная, квадратно-волновая); инверсионная вольтамперометрия; примеры методик анализа</p>
--	--	--

		<p>объектов окружающей среды методами вольтамперометрии.</p> <p><i>Оптические методы анализа объектов окружающей среды</i></p> <p>Оптические методы анализа являются наиболее распространенными методами, используемыми при экологическом мониторинге ООС. Наряду с классической спектрофотометрией, широкое использование получили атомно-абсорбционная и эмиссионная (флуоресцентная) спектрометрия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>атомно-абсорбционная спектроскопия</i>: однолучевые и дуолучевые атомно-абсорбционные анализаторы, ключевые узлы, краткая характеристика; возможности и ограничения метода;</li> <li>- <i>эмиссионный спектральный анализ</i>: атомно-эмиссионные спектрометры, краткая характеристика основных узлов; возможности и ограничения метода;</li> <li>- <i>флуориметрия</i>, возможности и ограничения метода;</li> </ul> <p>- примеры методик анализа объектов окружающей среды с использованием методов атомно-абсорбционной, атомно-эмиссионной спектроскопии, спектрофотометрии, флуориметрии.</p> <p><i>Методы автоматизации анализа</i></p> <p>Необходимость экологического мониторинга в течение длительного периода времени, большое число однотипных пробы, подлежащих анализу, требует использования систем и методов автоматизации. В рамках темы рассмотрены способы автоматизации однотипных измерений, их преимущества и ограничения.</p> <p><i>Биологические методы анализа</i></p> <p>Оценка состояния окружающей среды с помощью наблюдений за живыми системами (организмами, популяциями, сообществами и т.п.) – биомониторинг имеет большой исторический опыт. В настоящее время в практике экологического мониторинга широко используется так называемая «биоиндикация», основанная на исследовании реакции на изменение окружающей среды целостных нативных биосистем.</p>
4	<p><b>Методы титриметрических определений.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность титриметрического метода анализа. Классификация титриметрических методов. Требования к реакциям в титриметрии.</li> <li>2. Способы фиксирования точки эквивалентности. Расчеты в титриметрии.</li> <li>3. Кислотно-основное титрование: сущность метода, его виды и область применения. Построение кривых титрования.</li> <li>4. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромовая теория индикаторов.</li> </ol>

		<p>5. Окислительно-восстановительное титрование: построение кривых титрования, фиксирование точки эквивалентности.</p> <p>6. Примеры окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, иодометрия. Возможности методов, особенности фиксирования точки эквивалентности.</p> <p>7. Комплексонометрическое титрование: построение кривых титрования, фиксирование точки эквивалентности.</p> <p>8. Понятие об осадительном титровании, способы фиксирования точки эквивалентности.</p>
5	<b>Методы гравиметрических определений.</b>	<p>1. Виды влаги в твёрдых образцах.</p> <p>2. Методы определения гигроскопической влаги.</p> <p>3. Способы расчёта гигроскопической влаги.</p> <p>4. Причины возникновения потерь при прокаливании.</p> <p>5. Расчёты в гравиметрическом анализе.</p>
6	<b>Способы отбора проб биологических объектов.</b>	<p>1. Предложите метод пробоотбора и пробоподготовки почв сельскохозяйственного профиля.</p> <p>2. Приборы, используемые при пробоотборе различных объектов.</p> <p>3. Какие материалы используются для изготовления посуды для разложения проб.</p> <p>4. Отбор проб сыпучих материалов.</p> <p>5. Генеральная проба и ее разделка.</p> <p>6. Преимущества и недостатки мокрого метода разложения.</p> <p>7. Преимущества и недостатки сухого метода разложения.</p> <p>8. Какие методы разложения применяют для органических веществ.</p> <p>9. Пробоотбор растений.</p> <p>10. Пробоотбор почв.</p>