




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

 О.В. Нестерова
(подпись) (ФИО)

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института Мирового океана
 К.А. Винников
« 5 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия почв

Направление — **06.03.02 «Почвоведение»**

Профиль «Биогеохимия»

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5,6

лекции 64 час.

практические занятия час.

лабораторные работы 128 час.

всего часов аудиторной нагрузки 192 час.

самостоятельная работа 87 час.

в том числе на подготовку к экзамену 81 час (если экзамен предусмотрен).

зачет семестр

экзамен 5, 6 семестры

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 06.03.02 **Почвоведение**, утвержденного приказом Минобрнауки России от 07. 08. 2020г. № 919 _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры почвоведения протокол № 1/а _____ от « 1 » сентября _____ 2022 _____ г.

Директор Департамента реализующего структурного подразделения

Составители: Трегубова В.Г., к.б.н., доцент, Хохлова А.И., ассистент.

Владивосток 2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «__1__» __сентября_____ 2022 г. № _1/а_____

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «____» _____ 2022 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «____» _____ 2022 г. № _____

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Рабочая программа учебной дисциплины «Химия почв» разработана для студентов 3 курса бакалавриата по направлению 06.03.02 «Почвоведение», профиль «Биогеохимия», в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.02 Почвоведение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 919.

Дисциплина «Химия почв» входит в основной профессиональный модуль специальных дисциплин. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (64 часа), лабораторные работы (128 часов), самостоятельная работа студентов (87 часов). Дисциплина реализуется на 3-м курсе в 5-м и 6-м семестрах.

Дисциплина «Химия почв» занимает одно из значимых мест среди таких дисциплин образовательной программы как «Органическая химия», «Коллоидная химия», «Почвоведение», «Агрохимия», «Минералогия».

Цель – подготовка квалифицированного специалиста, владеющего системой теоретических и практических знаний свойств и режимов почв, обусловленных химическими, геохимическими и биогеохимическими процессами.

Задачи:

- изучение строения, состава и свойств минеральных и органических почвенных компонентов твердой фазы.
- умение объяснить механизм межфазового взаимодействия между почвенными растворами и твердой фазой почв.
- знание основных свойств почв; кислотно-основных свойств, окислительно-восстановительных свойств и буферной способности почв.
- владение теоретическими основами мероприятий, направленных на управление почвенными процессами и почвенным плодородием.

Для успешного изучения дисциплины «Химия почв» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- знание школьного курса химии, экологии и биологии.
- владение навыками элементарного химического эксперимента.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-1 Способен к анализу состояния объектов окружающей среды с учетом существующей	ПК-1.1 выбирает основные методы мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной нагрузки с учетом природно-климатических особенностей

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	антропогенной нагрузки и природно-климатическими особенностями Дальнего Востока с целью сохранения плодородия почв	<p>Дальнего Востока с целью сохранения плодородия почв</p> <p>ПК-1.2 использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды</p> <p>ПК-1.3 оценивает состояние объектов окружающей среды и виды антропогенной нагрузки по результатам мониторинговых исследований, с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока и современной нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды с целью сохранения плодородия почв</p>
научно-исследовательский	ПК-5 Способен самостоятельно обосновать цель, ставить конкретные задачи научных исследований и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для оценки биогеохимических циклов	<p>ПК-5.1 - Формулирует цель и задачи научных исследований</p> <p>ПК-5.2. Решает задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий</p> <p>ПК-5.3. оценивает биогеохимические циклы с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для решения конкретных задач научных исследований.</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 выбирает основные методы мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной нагрузки с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока с целью сохранения плодородия почв	Знает: основные методы мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной нагрузки.
	Умеет: оценить антропогенную нагрузку с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока.
	Владеет: основными методами мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной нагрузки с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока
ПК-1.2 использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды	Знает: перечень современного оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды.
	Умеет: использовать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды.
	Владеет: навыками для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды.
ПК-1.3 оценивает состояние объектов окружающей среды и виды антропогенной нагрузки по результатам мониторинговых исследований, с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока и современной нормативно-правовой базы в	Знает: виды антропогенной нагрузки, влияющей на биоразнообразие и плодородие почв
	Умеет: оценивать состояние объектов окружающей среды и виды антропогенной нагрузки по результатам мониторинговых исследований.
	Владеет: методикой оценки состояния объектов окружающей среды по результатам мониторинговых исследований, с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока и современной нормативно-правовой базы.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
области охраны окружающей среды с целью сохранения плодородия почв	
ПК-5.1 - Формулирует цель и задачи научных исследований	Знает: цель и задачи научных исследований.
	Умеет: сформулировать цель и задачи научных исследований.
	Владеет: навыками для формулирования цели и задач научных исследований.
ПК-5.2. Решает задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий	Знать: возможности использования современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий
	Умеет: использовать современную аппаратуру, оборудование, информационные технологии
	Владеет: навыками использования современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий
ПК-5.3. оценивает биогеохимические циклы с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для решения конкретных задач научных исследований.	Знает: принципы работы биогеохимических циклов.
	Умеет: оценивать взаимосвязи внутри биогеохимических циклов с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для решения конкретных задач научных исследований.
	Владеет: навыками необходимыми для оценки компонентов биогеохимических циклов с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для решения конкретных задач научных исследований.

I. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет десять зачётных единиц (360 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
-------------	--

Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Химия твердой фазы почв.	5	24	64					УО -1; ПР-2
2	Раздел 2. Химия жидкой фазы почв. Почвенные растворы.	5	14	0		-	87	-	
3	Раздел 3. Химия межфазовых взаимодействий.	5, 6	20	64					
4	Итого:		64	128	-	-	87	81	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА Лекционные занятия (64 часа.)

Раздел I. Химия твердой фазы почв (24 часа).

Тема 1. Предмет, методы и задачи химии почв как специализированного раздела почвоведения. Краткая история развития учения о химии почв (2 часа).

Химия почв как раздел науки о Земле (Почвоведения). Задачи ее в изучении свойств и процессов, происходящих в почвах. История развития дисциплины – Химия почв. Три основных направления в истории развития: изучение почвенного гумуса, изучение поглотительной способности почв, разработка минерального питания растений.

Тема 2. Строение, свойства и состав минеральных почвенных компонентов. Пути их трансформации (внутрипочвенного выветривания) (8 часов).

Первичные пороодообразующие минералы (скелет почвы), внутрипочвенное выветривание этих минералов (гидратация, гидролиз, окислительно-восстановительные реакции). Синтез вторичных глинистых минералов, основные группы глинистых минералов их строение и свойства. Роль вторичных минералов

(минералов – простых солей оксидов и гидроксидов, глинистых минералов) в процессах почвообразования и в формировании основных свойств почв.

Тема 3. Структура, свойства и состав органических почвенных компонентов, механизмы их трансформации (8 часов).

Номенклатурная схема подразделения гумусовых веществ почвы по Д.С. Орлову. Органическое вещество почв. Гумус почв (соединения неспецифической и специфической природы). Гуминовые кислоты их элементный состав, гипотезы построения «молекулы» гуминовой кислоты по Комиссарову и Орлову. Свойства гуминовых кислот и их полидисперсность. Гиматомелановые кислоты. Фульвокислоты. Меланиновые (прогуминовые вещества). Функциональные группы гумусовых кислот. Структурные фрагменты гумусовых кислот. Аналитические деструктивные методы изучения состава гумусовых кислот (кислотный и щелочной гидролиз препаратов гуминовых кислот). Инструментальные методы изучения строения и состава гумусовых кислот (оптические свойства гуминовых кислот). Электронные спектры поглощения. Молекулярные массы гумусовых кислот, способы расчета. Кислотно-основные свойства гумусовых кислот. Комплексообразующая способность гумусовых кислот. Коллоидные свойства гумусовых кислот (электроповерхностные свойства, поверхностно-активные свойства гумусовых веществ).

Тема 4. Гумификация (синтез гумусовых кислот). Органо-минеральные соединения (6 часов).

Гипотезы гумификации по Дюшафуру, Коновой и Александровой. Абиотическая гумификация, биотическая гумификация. Специфика разложения лигнина и целлюлозы. Сравнительный анализ гипотез гумификации предложенный Коновой и Александровой.

Образование органо-минеральных соединений. Простые гетерополярные соединения, комплексные гетерополярные соединения, абсорбционные комплексы. Свойства этих соединений и участие в процессах почвообразования.

Тема 5. Элементный состав почв. Педоморфные элементы (4 часа).

Кремний и его соединения в почвах. Алюминий, формы нахождения и его соединения в почвах. Железо, содержание, образование минеральных и органо-минеральных соединений, формы нахождения в почвах с разными окислительно-восстановительными условиями. Элементы щелочных и щелочноземельных металлов их роль в процессах почвообразования и плодородия почв. Марганец, разнообразие соединений и форм. Элементы биогены, фосфор, сера и азот их биологический круговорот.

Тема 6. Микроэлементы. Загрязнение почв тяжелыми металлами, радионуклеидами (2 часа).

Микроэлементы необходимые для нормальной жизнедеятельности растений: медь, цинк, молибден, кобальт, соединения в почвах и роль в биохимических процессах. Микроэлементы (тяжелые металлы) токсичные для живых организмов: свинец, кадмий, ртуть. Загрязнение почв этими элементами. Радиоактивность почв.

Раздел II. Химия жидкой фазы почв. Почвенные растворы (14 часов).

Тема 1. Почвенный раствор как компонент гетерогенной системы (2 часа).

Почвенный раствор – компонент гетерогенной почвенной системы. Формирование состава почвенного раствора в результате процессов: осождения-растворения, сорбции -десорбции, ионного обмена. Изучение состава почвенного раствора. Формы нахождения веществ в почвенном растворе. Свойства воды как растворителя. Вода основной фактор образования почвенных растворов, основной фактор процесса химического выветривания минералов.

Тема 2. Образование почвенного раствора. Гидратация (2 часа).

Гидратация - сложный физико-химический процесс, сопровождающийся тепловыми эффектами, изменением состояния растворяемого вещества и самого растворителя. Образование гидратной оболочки или сферы гидратации вокруг заряженных частиц. Три зоны гидратации. Гидратация - энергетический процесс. Зависимость гидратации от величины заряда и радиуса ионов. Зависимость «Плотности» гидратной оболочки (общее количество молекул воды в координационной сфере иона) от концентрации электролита в растворе. Среднее время существования молекул воды в гидратной сфере катионов.

Тема 3. Образование почвенного раствора. Электролитическая диссоциация (2 часа).

Электролитическая диссоциация - распад молекул вещества в растворе с образованием положительно- и отрицательно заряженных ионов – катионов и анионов. Непригодность характеристики межйонных взаимодействий по концентрации растворенных веществ. Введение понятия активности. Активность – как величина, характеризующая степень связанности частиц в растворе. Активность - эффективная (действующая) концентрация вещества в растворе. Понятия идеального и реального растворов. Химический потенциал идеального и реального растворов. Измерение величины активности с помощью ионселективных электродов. Понятия коэффициента активности и коэффициента конкурирующей реакции.

Тема 4. Ионные реакции, протекающие в почвенных растворах (2 часа).

Протолитические (кислотно-основные) реакции. Диссоциация кислот и оснований. Проявление кислотами и основаниями амфолитоидных свойств. Электронная теория кислот Г. Льюиса. Природа кислотности почвенного раствора, обусловленная ионами алюминия и железа с точки зрения теории Льюиса. Константы ионизации кислот и оснований. Реакция протонирования анионов слабых кислот - один из механизмов, обеспечивающих буферность почв к подкислению.

Тема 5. Гидролиз (2 часа).

Реакция гидролиза одна из причин образования кислотности и щелочности почвенного раствора. Сдвиг рН раствора в щелочную область – гидролиз соли сильного основания и слабой кислоты. Сдвиг рН раствора в кислую сторону – гидролиз соли сильной кислоты и слабого основания. Гидролиз соли, образованной

катионом слабого основания и анионом слабой кислоты происходит по катиону и аниону, а сдвиг рН зависит от того, какой ион гидролизуеться сильнее. Зависимость глубины протекания гидролиза, и формы существования ионов в растворе от ионного потенциала (IP), соотношения заряда иона Z к его радиусу r ($IP=rZ$). Зависимость глубины гидролиза от рН среды. Гидролиз ионов металлов алюминия является источником кислотности почвенного раствора: $Al(H_2O)_6^{3+} \rightarrow AlOH(H_2O)_5^{2+} + H^+$

Тема 6. Комплексообразование (4 часа).

Комплексные ионы - структуры, состоящие из центрального иона (атома) и связанных с ним молекул или ионов - лигандов. Центральный ион (комплексообразователь) - акцептор, а лиганды - доноры электронов. Координационное число - число атомов лигандов координированных центральным ионом. Три типа комплексных ионов. Внешнесферные и внутрисферные комплексы, механизмы их образования. Формы устойчивости комплексов. Моно, би- и полидентатные (хелатные) лиганды. Устойчивость комплексов, ряды устойчивости комплексов.

Раздел III. Химия межфазовых взаимодействий (20 часов).

Тема 1. Взаимодействие жидкой и газообразной фазы почв (2 часа).

Состав почвенного воздуха. Растворение газов в жидкости. Закон Генри. Растворение углекислого газа – образование угольной кислоты причина снижения значений рН почвенного раствора. Зависимость концентрации кальция в растворе от произведения растворимости кальцита.

Тема 2. Взаимодействие твердой и жидкой фазы почвы. Процессы ионного обмена, адсорбции/десорбции (10 часов).

Виды поглотительной способности (молекулярная адсорбция, адсорбция неэлектролитов). Физико-химическая поглотительная способность, (ионная адсорбция, адсорбция электролитов). Понятие почвенного поглощающего комплекса по Гедройцу. Почвенные коллоиды. Формирование постоянного заряда глинистых минералов. Формирование переменного (рН зависимо) заряда. Формирование и свойства ДЭС. Строение ДЭС. Точка нулевого заряда. Механизмы и закономерности ионообменных процессов. Влияние свойств катионов на селективность ионообменных процессов.

Тема 3. Свойства почв, обусловленные емкостью катионного обмена и составом поглощенных катионов (6 часов).

Почвенная кислотность (актуальная и потенциальная). Виды потенциальной кислотности (обменная и гидrolитическая). Почвенная кислотность как фактор подзолообразования. Устранение почвенной кислотности. Щелочность почв (актуальная и потенциальная). Роль обменного натрия в формировании потенциальной щелочности почв. Буферность почв. Кислотно-основная буферность почв.

Тема 4. Окислительно-восстановительные реакции (2 часа).

Изменение формы существования химического элемента - результат окислительно-восстановительных реакций (например потеря растворимости и наоборот). Важнейшие реакции окисления-восстановления серы (сульфатредукция), азота (нитрификация - денитрификация. Значение окислительно-восстановительных реакций в формировании многочисленных форм содержания железа и марганца в почвах с переменным окислительно-восстановительным режимом на примере подбелов.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (128 часов).

Лабораторная работа №1, Подготовка почвенных проб к анализу(2часа).

В связи с тем, что анализу, как правило, подвергают лишь малую часть почвенного образца, взятого при полевых изысканиях, необходимо прежде всего сделать из почвенного образца среднюю лабораторную и аналитическую пробы. Взятый для анализа почвенный образец неоднороден по составу. Тем не менее, состав отдельных подготовленных к анализу проб и навесок должен соответствовать среднему составу почвенного образца, т.е. лабораторные почвенные пробы и навески должны быть представительными, или репрезентативными.

Чтобы навески были представительными, из почвенного образца готовят *среднюю лабораторную пробу и аналитические пробы для конкретных видов анализа.*

Выполнение определения

Средняя лабораторная проба. Высушенный почвенный образец помещают на лист чистой бумаги и удаляют включения, и новообразования, их собирают в отдельный пакетик, взвешивают и сохраняют для определения их массовой доли (%) в почве, а также для возможного последующего анализа. Для последующих расчетов необходимо взвесить весь высушенный почвенный образец.

Отбор средней лабораторной пробы проводят методом квартования. При большом объеме образца квартование может быть проведено несколько раз. Для того чтобы средняя проба была более представительной, крупные почвенные агрегаты измельчают пестиком с резиновым наконечником непосредственно на бумаге или при плотном сложении в фарфоровой ступке до размера 5-7 мм. Затем почву перемешивают, распределяют на бумаге ровным слоем и делят шпателем по диагонали на четыре равные части. Две противоположно расположенные части высыпают в картонную коробку для хранения, а из оставшейся на бумаге средней лабораторной почвенной пробы берут аналитические пробы для различных видов анализа.

Аналитическая проба для определения рН, обменных катионов,

легкорастворимых солей и других анализов.

Оставшуюся часть средней лабораторной почвенной пробы измельчают с помощью специальных устройств для размолва почвенных проб или в фарфоровой ступке с помощью пестика с резиновым наконечником и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 или 2 мм. Таким образом, отделяют мелкозем от скелета почвы - элементарных частиц, представленных обломками пород и минералов, диаметр которых превышает 1 мм. Их помещают в тот же пакет с включениями и новообразованиями.

Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите не будут оставаться только частицы скелета почвы. Из подготовленной таким образом почвы берут навеску для определения обменных катионов, кислотности, рН и легкорастворимых солей. Почвенные пробы хранят в банках с притертой пробкой, коробках или пакетиках. Воздух помещений, в которых хранят почвенные пробы, не должен содержать кислот и аммиака. Пробы никогда не хранят в лабораториях/

Лабораторная работа №2, Потенциометрическое определение актуальной кислотности, определение рН водной суспензии. (2 часа).

При определении рН существенное значение имеет соотношение между навеской почвы и количеством воды, взятой для приготовления суспензии. Почвенные суспензии не отличаются высокой буферностью, поэтому каждое дополнительное разбавление изменяет величину рН. Понятно, что при очень большом разбавлении рН суспензии практически окажется равным рН дистиллированной воды. Решением второго международного конгресса почвоведов было принято измерять рН водных вытяжек и суспензий при отношении почва : вода как 1 : 2,5.

Выполнение определения

Взвешивают 10 г воздушно-сухой почвы и переносят в фарфоровый стаканчик емкостью 50 мл., прибавляют туда 25 мл. дистиллированной воды и взбалтывают стеклянной палочкой в течении 1 мин. После взбалтывания суспензии дают осесть крупным частицам почвы и через несколько минут (15 мин.) приступают к измерению рН на потенциометре (рН метре). В стаканчик с суспензией погружают электроды и через 60 сек. снимают показания с электронной шкалы прибора. После измерения вынимают электроды из суспензии, ополаскивают дистиллированной водой, слегка сушат их фильтровальной бумагой и опускают в очередную суспензию для измерения и т. д.

Значения почвенной кислотности по величине рН водн. (актуальная кислотность)

Значения рН	Степень кислотности
3-4	Сильно кислая
5	кислая
6	Слабо кислая
7	нейтральная

Лабораторная работа №3. Определение обменной кислотности (измерение рН солевой суспензии) (2 часа).

Величина актуальной кислотности (рН водной суспензии) неустойчива во времени,

она может меняться с изменением погодных условий, зависит от количества углекислого газа в почвенном воздухе, от продуктов обмена почвенных микроорганизмов и от многих других факторов. Поэтому наряду с измерением рН водной суспензии стали измерять рН солевой суспензии. Однако, в значения рН солевой суспензии входят ионы H^+ не только находящиеся в почвенном растворе, но и ионы внешнего (диффузного слоя) почвенных коллоидов. Т.е. значения рН солевой суспензии являются частью потенциальной кислотности почв.

Водород внешнего электрического слоя почвенных коллоидов вытесняется 1н раствором КСI по схеме:

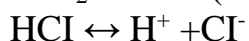
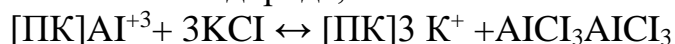
$[ПК] n(H^+) + n(KCl) \leftrightarrow [ПК]n(K^+) + n(HCl)$, где HCl диссоциирует в водном растворе на H^+ и Cl^- , при этом мы определяем концентрацию H^+ в растворе.

Выполнение определения

Смотри измерение рН актуальной кислотности, только для приготовления суспензии берут забуференный 1н раствор КСI, рН которого равен 7.

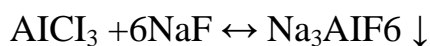
Лабораторная работа №4. Определение обменной кислотности по методу Соколова (4 часа)

Увеличение концентрации H^+ протонов при взаимодействии почвы с растворами нейтральных солей может происходить не только за счет перехода в раствор обменного водорода, но и иона Al^{+3}



Таким образом обменный алюминий, вытесненный из почвенного поглощающего комплекса катионами калия, в почвенном растворе образует дополнительное количество активных протонов H^+ , за счет диссоциации соляной кислоты, образовавшейся в результате гидролиза соли $AlCl_3$.

При исследовании почв часто проводят раздельное определение обменной кислотности, связанной с обменным водородом и обменным алюминием. В этом случае титруют две порции фильтрата. В одной порции фильтрата оттитровывают ионы H^+ , вытесненные из почвенного поглощающего комплекса и плюс ионы H^+ , образовавшиеся в результате гидролиза $AlCl_3$ (т. е. общую обменную кислотность), а во вторую порцию фильтрата добавляют NaF, который связывает алюминий в комплекс



т. е. не дают соли $AlCl_3$ гидролизаться и образовать дополнительную кислотность. В этой порции фильтрата остаются протоны H^+ , вытесненные из ППК, их и оттитровывают.

Содержание алюминия, перешедшего в раствор при обработке почвы раствором КСI, рассчитывают по разнице между первым и вторым титрованием. Метод определения Al^{+3} косвенный, о количестве его судят по количеству протонов H^+ , образовавшихся при гидролизе соли $AlCl_3$. Этот метод был предложен Соколовым.

Выполнение определения

На технических весах отвешивают 100 г почвы, подготовленной к анализам, и помещают в колбу емкостью 500 мл. Приливают 250 мл 1н раствора КСI, взбалтывают на ротаторе 1 час, затем фильтруют через сухой беззольный фильтр

(желательно средней плотности, т. е. с белой лентой).

Берут пипеткой две пробы прозрачного фильтрата по 50 мл каждая и помещают в конические колбочки емкостью 250 мл. Содержание обеих колбочек нагревают до кипения для удаления CO_2 .

В одну из колбочек прибавляют 2,3 капли фенолфталеина и титруют горячий раствор 0,02 н раствором NaOH до слабо розовой окраски не исчезающей в течение 1 минуты. Пошедшее на титрование этой пробы количество щелочи соответствует суммарному содержанию H^+ и Al^{+3} , т. е. общей обменной кислотности.

В другую колбочку прибавляют 3 мл 3,5% раствора NaF для связывания Al . Содержание колбочки хорошо перемешивают, дают осадку отстояться примерно 5 минут и титруют той же щелочью, что и первую пробу. Этим титрованием узнают количество H^+ , перешедшего в раствор из ППК. По разности миллилитров титрованного раствора NaOH , затраченных на первое и второе титрование, находят содержание водородных ионов эквивалентных подвижному алюминию. Обычно на второе титрование щелочи расходуется меньше, чем на первое. Когда подвижного алюминия в почве нет, на второе и первое титрование расходуется одинаковое количество щелочи. Количество обменного водорода и алюминия вычисляют в мл.эquiv. на 100 г почвы.

Пример вычисления: 1) $10,2 \times 0,02 \times 5 = 1,0$ мл.эquiv. ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$) на 100 г почвы

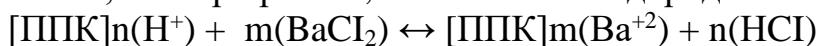
2) $(10,2 - 6,5) \times 0,02 \times 5 = 0,44$ мл.эquiv. Al^{+3} на 100 г почвы

3) $6,5 \times 0,02 \times 5 = 0,65$ мл.эquiv. H^+ на 100 г почвы, где 10,2 – количество мл. щелочи пошедшее на титрование первой порции фильтрата,

6,5 – количество мл щелочи пошедшее на титрование второй порции фильтрата, 0,02 – нормальность щелочи NaOH , 5 – коэффициент пересчета на 100 г почвы.

Лабораторная работа №5. Определение обменной кислотности по методу Гедройца (4 часа)

Обменный водород вытесняют из ППК многократной обработкой почвы 1 н раствором BaCl_2 до полного вытеснения H^+ ионов, способных к обмену в условиях опыта, т. е. при $\text{pH} = 6,5$. Обменный водород вытесняется по схеме:



Перешедшие в раствор H^+ ионы определяют титрованием щелочью. Метод позволяет получить прямые данные количественного содержания обменного водорода без применения условного множителя на неполноту его вытеснения. Содержание обменного водорода, т. е. величина обменной кислотности, характеризует ненасыщенность почв основаниями и служит показателем степени оподзоливания почв.

Выполнение определения

1-10 г почвы, подготовленной к анализу, помещают в стакан емкостью 100 – 150 мл, приливают небольшое количество 1 н. раствора BaCl_2 , перемешивают и после непродолжительного отстаивания декантируют через плотный фильтр (синяя лента), постепенно перенося на него почву. Фильтрат собирают в колбу емкостью 500 мл. Когда объем фильтрата будет равен 300 – 400 мл, приступают к титрованию первой порции фильтрата. В фильтрат прибавляют

10 – 15 капель индикатора бромтимолового синего и титруют 0,02 н. раствором NaOH до появления синей окраски. Поскольку окраска индикатора быстро исчезает,

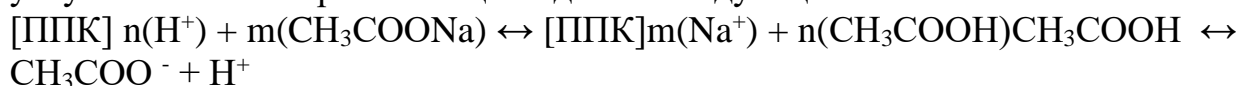
прибавляют еще 1-2 капли щелочи, чтобы удостовериться в окончании титрования. Если на титрование идет больше 1 мл щелочи, продолжают промывание почвы раствором BaCl_2 , при этом предварительно выливают из колбы оттитрованную первую порцию фильтрата, ополаскивают колбу 2 раза раствором хлорида бария. Когда объем фильтрата опять достигнет 300-400 мл титрование повторяют при тех же условиях, что и в первый раз. Промывание почвы хлоридом бария продолжают до тех пор, пока количество щелочи NaOH пошедшее на титрование новой порции фильтрата не будет превышать объема 1 мл.

Суммируют количество NaOH , затраченного на титрование всех порций фильтрата, и на основании полученной величины вычисляют содержание H^+ в почве.

Пример вычисления: $(10,2+4,6+0,7) \times 0,02 \times 10 = 3,1$ мл.экв на 100 г почвы, где $(10,2+4,6+0,7)$ – суммарное количество щелочи пошедшее на титрование трех порций фильтрата, 0,02 – нормальность щелочи NaOH , 10 – коэффициент пересчета на 100 г почвы.

Лабораторная работа №6. Определение гидрологической кислотности по методу Каппена. Расчет доз извести (4 часа)

Гидролитическая кислотность определяется при взаимодействии почвы с растворами гидролитически щелочных солей, чаще всего в анализе почв используют уксуснокислый натрий. Реакция идет по следующей схеме:



Образовавшуюся уксусную кислоту титруют раствором NaOH и таким образом определяют количество ионов водорода, соответствующих гидролитической кислотности, т. е. потенциальной кислотности почв.

Уксуснокислый Na , как соль сильного основания и слабой кислоты в водном растворе гидролизует с образованием OH^- , вследствие чего раствор, с которым взаимодействует почва имеет щелочную реакцию. В условиях щелочной среды в раствор переходят не только ионы H^+ , обуславливающие обменную кислотность (ионы диффузного слоя противоионов), но и ионы водорода, прочносвязанные, находящиеся на границе с потенциалопределяющим слоем. Многие почвы, не имеющие обменной кислотности, обнаруживают гидролитическую. Эта кислотность менее вредна для растений, так как ионы H^+ гидролитической кислотности отличаются малой подвижностью и поэтому не вызывают сильного подкисления почвенного раствора.

В естественных условиях крайне редко возникают условия, когда может возникнуть гидролитическая кислотность, для этого необходимо значительно сдвинуть рН почвенного раствора в щелочную сторону.

Тем не менее, величина гидролитической кислотности дает представление об общем содержании в почве поглощенных ионов H^+ , что служит показателем ненасыщенности почв основаниями. Эту величину используют при вычислении величины емкости поглощения кислых почв и при установлении доз извести при известковании.

Выполнение определения

На технических весах отвешивают 40 г воздушно-сухой почвы, подготовленной к анализу. Навеску помещают в колбу емкостью 250 мл,

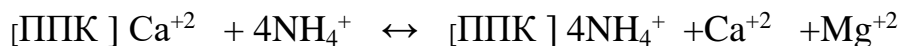
приливают 100 мл 1н раствора CH_3COONa и взбалтывают на ротаторе в течении 1 часа. Раствор фильтруют через сухой складчатый фильтр (с белой лентой), берут пипеткой 50 мл прозрачного фильтрата, помещают в коническую колбочку емкостью 250 мл, прибавляют 2-3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором NaOH до слабо розовой окраски.

Гидролитическую кислотность вычисляют в мл экв. на 100 г почвы.

$N \times A \times K \times 1,75$, где N – нормальность щелочи, A – количество мл щелочи пошедшее на титрование, K – коэффициент пересчета на 100 г почвы, 1,75 – условный коэффициент неполноты вытеснения (при однократной обработке почвы уксуснокислым натрием поглощенный водород вытесняется не полностью, поэтому умножают на этот коэффициент).

Лабораторная работа №7. Определение обменных оснований по методу Гедройца (4часа)

Вытеснение обменных оснований аммонийным ионом 1 н раствора NH_4Cl протекает по схеме:



Образующиеся хлориды кальция, магния (возможно калия, натрия) легко растворимы, поэтому они переходят в раствор в процессе вытеснения. Метод считается наиболее пригодным для почв насыщенных основаниями. Если почвы не насыщены основаниями, в раствор переходят полуторные оксиды, которые осложняют определение обменных катионов. В растворе кроме обменных Ca^{+2} и Mg^{+2} часто определяют обменные K^+ и Na^+ .

Выполнение определения

На аналитических весах отвешивают 2-20 г почвы подготовленной к анализу и помещают в химический стакан емкостью 100 мл. К навеске почвы приливают такое количество 1н раствора NH_4Cl ($\text{pH} = 7$), чтобы раствор покрыл почву слоем в 1 см. Почву перемешивают с раствором, дают осесть на дно и декантируют суспензию через беззольный фильтр с белой лентой. Фильтрат собирают в мерную колбу емкостью 500 мл. После того как фильтрата соберется половина колбы, производят первую пробу на полноту вытеснения катионов. Для этого в чистую пробирку собирают 2-3 мл фильтрата из под воронки, прибавляют туда 1мл хлоридно-аммиачного буфера $\text{pH} = 10$, несколько капель 5% водного раствора гидроксилamina солянокислого и несколько кристалликов индикатора хромогена черного. Синяя окраска показывает отсутствие в пробе Ca^{+2} и Mg^{+2} . В этом случае прекращают обработку почвы раствором NH_4Cl , доводят объем раствора в мерной колбе дистиллированной водой до метки, перемешивают и определяют в аликвотных частях его содержание обменного кальция и магния, а так же других катионов, если это требуется. Обменные катионы кальция и магния чаще всего в анализе почв определяют комплексонометрическим методом.

Определение кальция титрованием по индикатору флуорексону

Выполнение определения

После перемешивания фильтрата берут пипеткой 25-50 мл фильтрата и помещают в конические колбы на 250 мл. прибавляют 2-3 капли 1% раствора Na_2S и 1-2 мл. 5% раствора гидроксилamina солянокислого и перемешивают. И

сульфид натрия, и гидроксилламин вносят в раствор для связывания и маскировки двухвалентных катионов Mn^{+2} , Ba^{+2} и др., которые могут быть оттитрованы вместе с кальцием и завысят результаты анализа.

Затем раствор разбавляют дистиллированной водой примерно до 100 мл, чтобы снизить концентрацию кальция в растворе, после чего приливают 20 мл. 20 % раствора NaOH или KOH, чтобы довести pH до 12,5. Снова перемешивают раствор, проверяют по индикаторной бумаге pH, вносят 30-50 мг (на кончике шпателя) сухой смеси флуорексона смешанного с KCl и перемешивают. Раствор становится желтоватым с интенсивной зеленой флуоресценцией. Титруют раствор 0,0125 м раствором комплексона III до оранжево-розовой окраски. Количество мл, пошедшего на титрование комплексона III используют для расчетов содержания кальция.

Вычисляют содержание Ca сначала в %

$$Ca\% = \frac{A \times V \times T_{Ca} \times 100}{\Gamma \times V_1}$$

A - мл. комплексона пошедшего на титрование

T_{Ca} - титр комплексона по Ca (для 0,0125 м раствора он равен 0,001002/2)

V - объем всего фильтрата

V_1 - объем аликвоты

Γ - навеска почвы

Затем пересчитывают % в мл экв, $\%Ca \times 1000 : \text{экв масса Ca}$.

Определение магния по разности

Выполнение определения

После перемешивания фильтрата берут такую же аликвотную часть, как и для определения кальция, помещают ее в коническую колбу емкостью 250 мл.. прибавляют 2-3 капли 1% раствора сульфида натрия 1-2 мл. 5% раствора гидроксилламина солянокислого, перемешивают и разбавляют дистиллированной водой до 100 мл или больше (для уменьшения концентрации раствора). Приливают 10 мл буферного раствора с pH 10, перемешивают, проверяют pH по индикаторной бумаге (pH должен быть равен 10) и вносят 30-50 мг металлоиндикатора хромогена черного. Снова перемешивают и титруют раствор комплексона той же молярности. Титрование ведут до изменения окраски раствора из фиолетовой в синюю. Содержание магния рассчитывают по разности:

$$Mg\% = \frac{(b-a) \times T_{Mg} \times V \times 100}{\Gamma \times V_1}$$

b - количество комплексона, пошедшего на титрование суммы кальция и магния (второе титрование).

a - количество комплексона, пошедшее на титрование кальция (первое титрование)

T_{Mg} - титр комплексона по магнию (для 0,0125 м раствора он равен 0,000608/2)

G - навеска почвы

V1 - объем взятой на титрование аликвоты

V - общий объем фильтрата

Так же как и в первом случае, т.е. при расчете кальция, процентное содержание магния

переводим в мл.экв.

$\%Mg * 1000 * \text{экв масса Mg}$

Лабораторная работа №8. Определение обменных оснований по методу Шолленбергера (8 часов)

Вытеснение обменных катионов 1н раствором CH_3COONH_4 происходит по схеме:



Ацетат аммония как вытеснитель удобен в том отношении, что при взаимодействии с кислыми (ненасыщенными основаниями) почвами, имеющими в коллоидном комплексе обменный водород, образуется слабая уксусная кислота, не оказывающая сильного разрушающего действия на почву и потому полученная солевая вытяжка не содержит много полуторных окислов и других мешающих определению Ca^{+2} и Mg^{+2} примесей.

В полученной вытяжке кальций и магний определяют комплексонометрически, а натрий и калий (если требуется) пламеннофотометрическим методом.

Выполнение определения

Отвешивают на аналитических весах 2-20 г почвы, растертой и просеянной. Глинистые и богатые гумусом почвы берут в количестве 2-2,5 г, супесчаные и песчаные – в количестве 20 г и больше.

Вытеснение обменных катионов 1 н раствором CH_3COONH_4 (рН = 7) производят тем же способом, как и хлоридом аммония, собирая фильтрат в мерную колбу емкостью 500 мл. По окончании вытеснения обменных катионов (пробу на полноту вытеснения обменных катионов производят не ранее, как соберут фильтрат в объеме немного больше половины мерной колбы, пробу делают хромогеном черным), доводят объем раствора в мерной колбе дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Для комплексонометрического определения кальция и магния необходимо предварительно разрушить ацетат-анион и те органические вещества, которые перешли в вытяжку. С этой целью берут аликвотную часть раствора из мерной колбы, помещают в фарфоровую чашку и выпаривают на водяной бане досуха. Затем разрушают ацетаты обрабатывая сухой остаток в чашке смесью концентрированной азотной кислоты с перекисью водорода в соотношении 1:1. Делают это несколько раз (3,4 раза до полного осветления сухого остатка).

Затем белый сухой остаток в чашке растворяют в нескольких миллилитрах 10% раствора HCl, тщательно растирая его стеклянной палочкой. Желательно, полученный раствор профильтровать, собирая фильтрат и промывные воды в мерную колбу (лучше на 200 или 250 мл). Чашку и фильтр промывают горячей дистиллированной водой, подкисленной соляной кислотой, присоединяя эту воду к фильтрату. Фильтрат в мерной колбе доводят до метки и берут из нее аликвоты на титрование кальция и магния в конические колбы емкостью 250 мл.

Кислый раствор аликвотной части, содержащий вытесненные из почвы обменные кальций и магний, нейтрализуют по бумажке конго красного, прибавляя по каплям 10% NH₄OH, а дальше поступают так же, как при титровании кальция и магния в вытяжке NH₄Cl.

Лабораторная работа №9. *Определение стандартной емкости катионного обмена по методу Бобко-Аскинази в модификации Алешина (8 часов).*

Метод основан на вытеснении обменных катионов раствором BaCl₂ по схеме:
$$[\text{ППК}]_n(\text{H}^+, \text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{Fe}^{+3}, \text{AL}^{+3}) + \text{BaCl}_2 = [\text{ППК}]_n(\text{Ba}^{+2}) + \text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{H}^+, \text{Fe}^{+3}, \text{AL}^{+3}$$

Барий используют в качестве вытеснителя по той причине, что он не содержится в больших количествах в почвах, обладает значительной энергией поглощения и легко определяется при вытеснении его из почвы. Бобко и Аскинази разработали этот метод для определения емкости поглощения ненасыщенных основаниями почв. Грабов и Уварова ввели предварительное разрушение карбонатов в карбонатных почвах, кроме того для вытеснения применили забуференный раствор этой соли с pH 6,5.

Применение забуференного раствора облегчает определение емкости поглощения, поскольку для вытеснения обменных катионов затрачивается сравнительно небольшое количество хлорида бария. Если почва содержит карбонаты, то навеску почвы обрабатывают 2-3 раза 0,2 н раствором HCl, после чего промывают 0,05 н раствором HCl до потери реакции на кальций. В ненасыщенных, некарбонатных почвах обработку кислотой не проводят.

Выполнение определения

5-10 г почвы, подготовленной к анализам и взвешенной на аналитических весах, помещают в химический стакан и обрабатывают многократно (методом декантации) небольшим количеством забуференного раствора BaCl₂, постепенно перенося почву на фильтр и продолжая насыщать ее барием на воронке. Насыщение ведут до тех пор, пока окраска пробы фильтрата от индикатора бромтимолового синего не перестанет заметно отличаться от окраски того же индикатора в пробе исходного раствора BaCl₂. Обычно для полного насыщения барием 5 г почвы – требуется пропустить через нее 300-400 мл раствора BaCl₂.

После насыщения почву отмывают дистиллированной водой от избытка хлорида бария, механически задержанного почвой. Реакцию на хлор проводят 1% раствором AgNO₃. наличие белого осадка или опалисценции, свидетельствует о присутствии хлора.

Промывание почвы водой следует проводить очень внимательно, так как

вода может разрушить почвенные коллоиды и тогда произойдет потеря части навески. При первых признаках помутнения фильтрата промывание следует продолжить этиловым спиртом, до потери реакции на хлор.

После промывания фильтр на воронке оставляют на некоторое время для подсушивания, затем его помещают в коническую колбу вместимостью 250 мл. В колбу из бюретки приливают 100 мл титрованного раствора 0,05 н раствора H_2SO_4 , в течении 5 мин содержимое колбы круговыми движениями взбалтывают и фильтруют через плотный фильтр. Затем берут из полученного фильтрата аликвоту 25 мл в коническую колбочку 100 мл и титруют 0,05 н раствором NaOH. Параллельно проводят контрольное титрование 25 мл 0,05 н раствора H_2SO_4 , используемого для вытеснения из почвы Ba^{+2} . Расчет стандартной емкости катионного обмена проводят по уравнению:

$$EKO = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times V_0 \times 100}{V_{ал} \times m \times K_w}, \text{ где}$$

$V_{ал}$ – аликвота анализируемого раствора, мл,

V_1 и V_2 – объем раствора NaOH, пошедший на титрование аликвоты анализируемого раствора и равного ей объема исходного 0,05 н раствора H_2SO_4 , мл,

N – нормальность NaOH,

V_0 – общий объем добавленной к почве 0,05 н H_2SO_4 ,

m – масса навески почвы, г,

K_w – коэффициент гигроскопии.

Лабораторная работа №10. Определение кислотно-основной буферности почв по Ремезову (8часов).

Кислотно-основная буферность почвы является важнейшей почвенно-химической характеристикой, и ее определяют как способность почвы противостоять изменению рН при добавлении к почве кислоты или основания. Поскольку значения рН почвы всегда измеряются в водной фазе, буферность экспериментально характеризуют как способность жидкой фазы почвы, находящейся в равновесии (или в контакте) с твердой фазой, противостоять изменению рН при добавлении кислоты или основания. Буферные свойства почвы по отношению к кислотам и основаниям играют ключевую роль в поддержании экологического равновесия не только в самом профиле почвы, но и в ландшафте. Именно от этих свойств зависит количество кислотных и основных реагентов, которое задерживается в почвенном профиле или мигрирует с раствором через почву и попадает в другие компоненты экосистем – в биоту, почвообразующие породы, поверхностные и грунтовые воды.

Выполнение определения

Навески почвы по 10 г помещают в ряд конических колб на 100 мл, обрабатывают вначале 1н раствором $CaCl_2$, приливая в каждую колбу по 25 мл, а затем добавляют возрастающее количество 0,04 н $Ca(OH)_2$. В первую колбу щелочь не приливают, она служит для определения рН солевой суспензии, во вторую добавляют 5 мл, затем увеличивая объем щелочи в последующих колбах

на 5 мл до 30 мл. После взбалтывания и настаивания в течение 24 ч измеряют рН. По результатам измерения строят кривые потенциметрического титрования буферности. По оси ординат откладывают величины рН, по оси абсцисс – количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$. От точки пересечения кривой, соединяющей найденные величины рН, опускают прямую, перпендикулярную горизонтальной оси. Точка пересечения этой линии с горизонтальной осью будет соответствовать тому количеству щелочи, которое следует прибавить, чтобы сделать ее ненасыщенной при избранном рН, т. е. величине кислотности почвы при данной реакции среды. Она может быть дифференцирована на обменную в интервале рН до 6,3 и гидролитическую кислотность в интервале от рН сол. до рН 8,0.

Рассчитывают следующим образом. Полученное количество щелочи умножают на поправку к титру для пересчета на точный 0,04 н раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и затем делят на 2,5. Полученный результат будет соответствовать величине кислотности в мл.моль-экв на 100г почвы.

При определении кислотного воздействия на почву используют принцип О. Аррениуса для кислотного плеча буферности. Кривые потенциметрического титрования кислотной буферности строят в координатах: по оси ординат откладывают значения рН, а по оси абсцисс-объемы прибавляемой кислоты.

Буферность почв, также как и почвенную кислотность, оценивают по экстенсивным и интенсивным показателям.

Экстенсивный показатель или общая буферность – это общее количество кислоты или основания, которое нужно добавить к суспензии почвы или к вытяжке из почвы при заданном разбавлении для того, чтобы сместить значение рН от начальной точки титрования (рН НТТ) до некоторого заданного конечного значения, которое определяется целью и задачами исследования.

Каждый почвенный образец при прочих равных условиях характеризуется одним единственным показателем общей буферности. Этот показатель измеряется в моль эквивалентах кислоты или основания на единицу массы почвы.

где β – интенсивность буферности, dC_i – количество добавляемой кислоты (СА) или основания (СВ), $d\text{pH}$ – изменение рН, которое при этом произошло. В экспериментальных условиях интенсивность буферности рассчитывают по уравнению:

$$\beta = \Delta C_i / \Delta \text{pH},$$

где ΔC_i – количество добавленного в условиях опыта реагента, ΔpH – реальное измеренное изменение рН в системе, которое произошло после добавления кислоты или основания.

Лабораторная работа №11. «Определение точки нулевого протонного заряда» (6 часов). 1. Потенциметрическое титрование щелочного крыла (2 часа). 2. Потенциметрическое титрование кислотного крыла (2 часа). 3. Графическое выражение точки нулевого протонного заряда почв (2 часа).

На границе раздела твердофазных компонентов почвы и почвенного раствора можно выделить серию адсорбционных поверхностей, обусловленных

наличием соответствующих плотностей заряда.

σ_o – плотность заряда, обусловленная изоморфным замещением и создающая постоянный заряд, как правило отрицательный (-).

σ_n – плотность чистого протонного заряда, связанная с адсорбцией протонов и формирующая рН-зависимый заряд, при этом он может быть (-), (+), (0) в зависимости от рН и свойств поверхности минерала.

$\sum \sigma_o + \sigma_n = \sigma_{in}$ – следствие внутренних, присущих данному веществу свойств, таких как степень изоморфных замещений и количество функциональных групп, которые могут взаимодействовать с протоном.

σ_{is} – плотность заряда, обусловленная образованием внутрисферных комплексов. Величина может быть (-), (+), (0).

σ_{os} – плотность заряда, обусловленная образованием внешнесферных комплексов. Величина может быть (-), (+), (0).

$$\sigma_p = \sigma_o + \sigma_n + \sigma_{is} + \sigma_{os}$$

Поскольку почвы электронейтральны заряд частицы σ_p нейтрализуется ионами противоположного знака, расположенными в диффузном слое σ_d , тогда $\sigma_p + \sigma_d = 0$.

Точка нулевого заряда поверхности минерала – это значение рН, при котором одна или несколько плотностей принимают нулевое значение.

рН $pzc = pH$, при котором $\sigma_p = -\sigma_d = 0$. Если значение $pH \geq pH_{pzc}$, то $\sigma_p \leq 0$ и почва проявляет катионнообменную способность. Если значение $pH \leq pH_{pzc}$, то $\sigma_p \geq 0$ и почва проявляет анионообменную способность. Значение рН, при котором $\sigma_n = 0$ называют рН $pznpc$. В отсутствие внутрисферных поверхностных комплексов (специфической адсорбции) $pH_{pzc} = pH_{pznpc}$.

Ход анализа.

Ход анализа.

1. Откалибровать по буферным растворам рН-метр.
2. Взвесить на аналитических весах навеску почвы, поместить ее в химический стаканчик емкостью 50-100мл. Прилить цилиндром 20 мл 1М раствора NaCl, опустить в стакан магнит и поставить на магнитную мешалку на 3 мин.
3. Снять стакан с мешалки и измерить рН. Полученный результат записать в таблицу 1, в графу 3.

**Определение величины положительного заряда
(титрование почвенной суспензии 1М раствором NaOH)**

Добавлено 1 М раствора NaOH, мл	Концен- трация OH ⁻ в исходном растворе, моль/л	рН равно- весного раствора	рОН равно- весного раствора	Концен- трация OH ⁻ в равновес- ном растворе, моль/л	Поглощено OH ⁻	
					$\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{л}}$	$\frac{\text{ММОЛЬ}(-)}{100\text{г}}$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
0						
0,05						
0,10						
0,15						

4. Добавить к почвенной суспензии 0,05 мл. NaOH и опять размешать на магнитной мешалке в течение 3 мин, и опять измерить рН, записав полученные данные в графу 3 таблицы 1.

5. Повторить эту операцию еще дважды, каждый раз добавляя к суспензии 0,05 мл 1М раствора NaOH. Измеренные значения занести в графу 3 таблицы 1.

6. Взвесить вторую навеску почвы, поместить в стаканчик и проделать все то же самое, но приливая 0,05 М раствор HCl. Полученные при измерении рН значения заносить в графу 3 таблицы 2.

**Определение величины отрицательного заряда
(титрование почвенной суспензии 0,1 М раствором HCl)**

Добавлено 0,1 М раствора HCl, мл	Концентрация H ⁺ в исходном растворе, моль/л	рН равно- весного раствора	Концентрация H ⁺ в равновес- ном растворе, моль/л	Поглощено H ⁺	
				$\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{л}}$	$\frac{\text{ММОЛЬ}(+)}{100\text{г}}$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
0					
0,05					
0,10					
0,15					

Рассчитать концентрацию OH⁻ иона (величина + заряда) и концентрацию H⁺ иона (величина – заряда по данным титрования суспензии).

7. Результаты расчетов занести в таблицу 1 и 2.

8. Построить график титрования по данным таблицы 1 и 2. , откладывая по оси Х значения рН, по оси У в положительной части (выше оси Х) количество моль-экв/100 г почвы OH⁻ (взяв данные из табл. 1) и в отрицательной части (ниже оси Х) значения моль-экв./100г почвы H⁺ (взяв данные в табл. 2).

9. На построенный график кривой титрования нанесите кривые титрования

пробы с растворами NaCl других концентраций (1M, 0,1M, 0,01M NaCl).

10. Найти точку пересечения кривых титрования, определить рН точки пересечения, которая и будет точкой нулевого заряда.

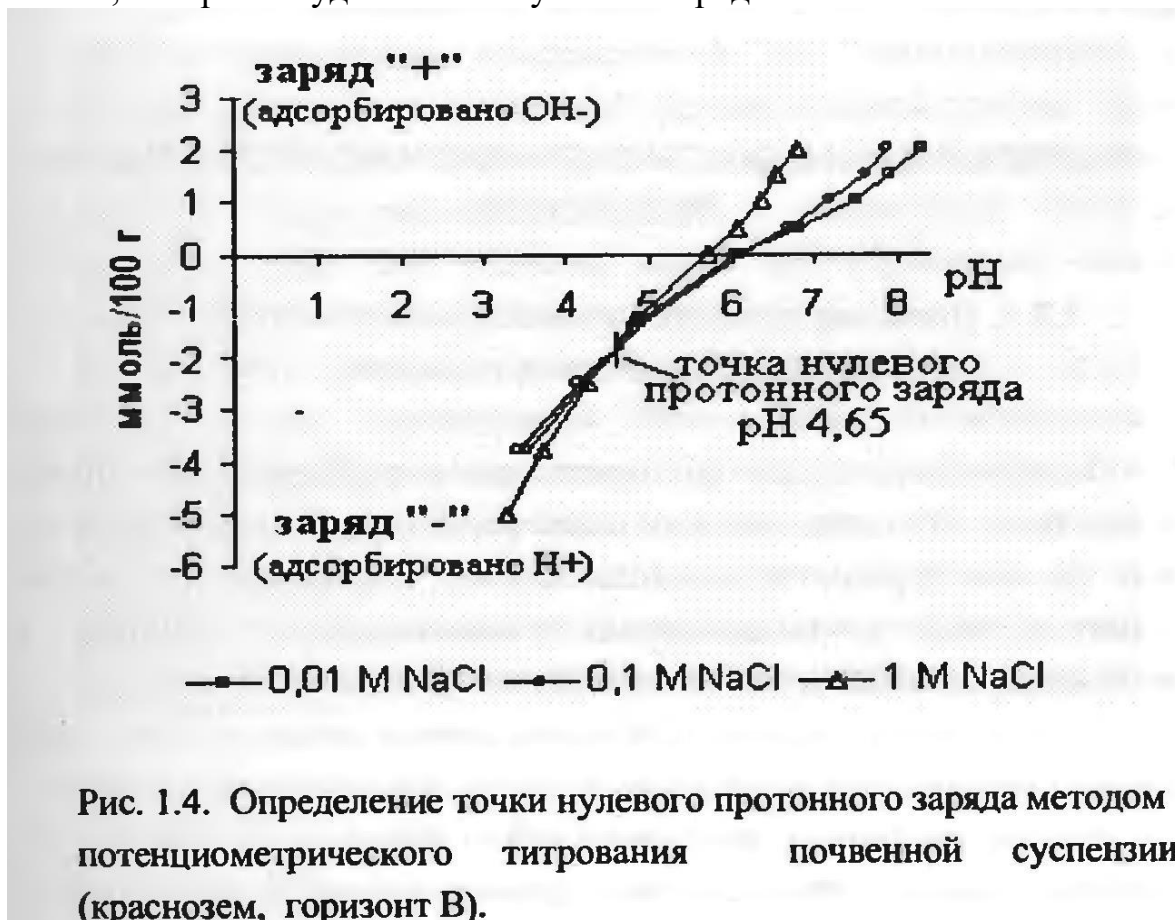


Рис. 1.4. Определение точки нулевого протонного заряда методом потенциометрического титрования почвенной суспензии (краснозем, горизонт В).

Лабораторная работа №12. Подготовка аналитической пробы для валового анализа почв (2 часа).

Выполнение определения

Почву, просеянную через сито с отверстиями диаметром 1-2 мм, распределяют равномерно на листе бумаги, делят на квадраты и составляют еще одну аналитическую пробу массой 5-7 г. Она предназначена для проведения валового анализа минеральной части почв. Почву небольшими порциями растирают в агатовой, халцедоновой или яшмовой ступке до состояния пудры (в этом состоянии почва не царапает

кожу). Яшма, халцедон, агат обладают высокой твердостью, поэтому ступки из этих материалов используют для растирания почв. Однако они очень хрупкие и требуют осторожного обращения. Нельзя, например, очищать пестик от почвы постукиванием о края ступки. Выбирая способ измельчения почвенной пробы, нужно иметь в виду возможность попадания химических элементов из материала ступки или другого растирочного аппарата в почвенную пробу. Так, при определении микроэлементов не рекомендуется растирать почву в яшмовых ступках. Яшма содержит медь и может произойти загрязнение почвенной пробы этим элементом. Подготовленные аналитические пробы для валового анализа

хранят в пакетиках из кальки. Пакеты, коробки, банки, в которых хранятся почвенные пробы, должны быть подписаны и снабжены этикетками.

Лабораторная работа №13. Валовой элементный состав минеральной части почв (валовой анализ). 1. Определение гигроскопической воды. 2. Определение потери при прокаливании (4 часа).

Валовым анализом называют комплекс определений, который позволяет установить валовой элементный состав почв, т.е. позволяет получить представление об общем содержании в почве химических элементов.

Определение гигроскопической воды

Гигроскопической называют ту воду, которая поглощена почвой из воздуха и выделяется из нее в процессе высушивания при температуре 105° С.

Гигроскопическая вода находится в равновесии с парообразной водой атмосферы и характеризует влажность воздушно-сухой почвы.

Содержание гигроскопической влаги в почве зависит от содержания гумуса и ила в почве. Чем больше удельная поверхность частиц почвы (больше илстых частиц), тем больше содержание гигроскопической воды, поэтому величина гигроскопической воды является косвенным показателем механического состава почв.

Определение гигроскопической воды при валовом анализе почв необходимо для расчета величины потери при прокаливании.

Выполнение определения

Навеску почвы 2-5 г берут на аналитических весах в предварительно высушенных при температуре 100-105° С и взвешенных бюксах (бюксы взвешивают с крышками). Бюксы с почвой (крышки открыты) в течение 5 часов высушивают в сушильном шкафу при температуре 100 – 105° С. Затем бюксы вынимают щипцами, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе, взвешивают. Условно можно считать, что высушивание почвы в течении 5 часов при температуре 105° С приводит к полной потере гигроскопической воды. Если необходимо проверить полноту удаления гигроскопической воды, бюксы с почвой снова ставят в сушильный шкаф на 1,5 – 3 часа и взвешивают. Высушивание прекращают, если масса равна или больше результата предыдущего взвешивания (увеличение массы может произойти за счет окисления некоторых компонентов почв). Процентное содержание гигроскопической воды вычисляют по разнице в весе. Расчет проводят по формуле

$$\text{H}_2\text{O} \% = \frac{(a - б) \times 100}{б}$$

a – масса воздушно-сухой почвы (г)

б – масса высушенной почвы (г).

Форма записи результатов

№ образца	№ бюкса	М пусто го бюкса	М бюкса с воздушно сухой почвой	М бюкса с высушенно й почвой	М сухой почв ы	А – величин а потери в весе	H ₂ O %

Определение величины потери при прокаливании

Результаты валового анализа могут быть выражены в процентах на сухую почву, но часто их представляют в процентах на прокаленную почву. Пересчет результатов валового анализа на прокаленную почву облегчает чтение результатов анализа образцов почв, взятых из почвенного профиля по генетическим горизонтам.

Для того, чтобы выразить результаты анализа на прокаленную навеску, определяют потерю от прокаливания, нагревая почву при температуре 750 – 800° С. Почва теряет при этом: H₂O, гумус, СО₂ карбонатов, адсорбированные газы, хлориды и т.д..

Выполнение определения

Навеску (около 1 г) почвы, растертой до состояния пудры, берут на аналитических весах в доведенном до постоянного веса фарфоровом тигле.

Тигель ставят в холодную муфельную печь и прокаливают при температуре 750 – 800° С 2-3 часа. Тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Затем тигель с почвой снова прокаливают 30 – 60 мин., охлаждают и взвешивают. Так как прокаленная почва гигроскопична, взвешивание проводят быстро.

Потерю при прокаливании вычисляют по формуле:

$$a \times 100$$

$$\text{ППП \%} = \frac{\text{-----} \times \text{Кгигр.} - \text{H}_2\text{O \% гигр.}}{m}$$

m

a – потеря в весе после прокаливания.

m - навеска воздушно-сухой почвы.

Форма записи результатов

№ образца	№ тигля	m пусто го тигля	m тигля с в.сухой почвой	m тигля с прокале нной почвой	a потеря в весе после прокал ивания	ППП величина потери при прокаливании %

Лабораторная работа №14. Разложение почв сплавлением (4 часа). Все классические методы аналитической химии минеральных

соединений, которые применяются в валовом анализе почв, основаны на исследовании растворов. Поэтому валовой анализ начинают с переведения в раствор составных частей почвы или с разложения почв.

Процесс разложения состоит в разрушении минералов, входящих в состав почв и, последующем растворении, как продуктов разложения минералов, так и других компонентов почв. В валовом анализе почв используют методы кислотного разложения, сплавление и спекание.

Выявлена связь между способностью минералов к разложению и их составом:

1. минералы тем легче разлагаются, чем меньшая доля в составе минерала приходится на SiO_2 или чем меньше отношение SiO_2 к сумме окислов металлов;
2. минералы разлагаются тем легче, чем более основной характер имеет металл, входящий в состав силиката (силикат натрия, например, растворим в воде, силикат кальция легко разлагается кислотами).

А поскольку почва на 50 и более % состоит из SiO_2 , содержит значительные количества Al , Fe , Ti и т.д., то наиболее распространенным методом разложения почв является метод сплавления.

Разложение почв сплавлением

При сплавлении происходит обогащение почвы щелочными металлами, и силикаты почвы переходят в разлагаемое водой и кислотами состояние. Реакцию почвы с соединениями щелочных металлов проводят при высокой температуре в расплавленном состоянии, что в свою очередь способствует эффективному разложению минералов.

Для сплавления могут быть использованы различные по составу плавни. Выбор плавня определяется составом почв, набором элементов, которые требуется определить, и методами анализа. Может быть проведено щелочное сплавление (с карбонатами калия и натрия, с NaOH , KOH и др.), кислое сплавление (с гидросульфатом или с пиросульфатом калия или натрия и др.), окислительное сплавление (с перекисью натрия), восстановительное сплавление.

В анализе почв наиболее широко используют щелочное сплавление со смесью карбонатов калия и натрия. Смесь безводных карбонатов натрия и калия плавится при температуре около 700°C , т.е. при более низкой температуре, чем температура плавления каждого из компонентов (температура плавления Na_2CO_3 – 850° , K_2CO_3 – 960°). Сплавление почв с карбонатами калия и натрия проводят при температуре около 1000°C в платиновых тиглях. При сплавлении используют 6 – кратное количество плавня по отношению к массе почвы.

Примером реакции, протекающей в процессе сплавления, может служить взаимодействие с плавнем ортоклаза, первичного минерала, входящего в состав почв: $\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{KAlO}_2 + 3\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{CO}_2$, т.е. при сплавлении образуются щелочные соли кремневой кислоты легко растворимые водой.

Карбонатные плавни способствуют так же окислению некоторых элементов, например S , Mn , Cr и тем самым облегчают разложение почв.



В процессе сплавления может происходить и окисление железа. В гидроморфных почвах окисление может быть не полным.

Более того, может происходить восстановление железа Fe^{+2} до элементного, которое образует с платиной сплав, в виде темного налета, выделяющийся на стенках тигля.



В результате портятся тигли и могут быть потери железа.

Выполнение определения

Навеску почвы (0,8 -1 г), растертой до состояния пудры, берут на аналитических весах в платиновых тиглях. Навеску плавня (смесь карбонатов калия и натрия), предварительно растертого в фарфоровой ступке, берут на технических весах на кусочке кальки. Количество плавня должно в 6 раз превышать количество почвы, взятой для сплавления.

С помощью стеклянной лопаточки пламень небольшими порциями переносят в тигель, тщательно смешивая с почвой каждую порцию плавня. Около 1/6 части плавня не смешивают с почвой, об него вытирают лопаточку и высыпают его в тигель, равномерно распределяя по поверхности смеси почвы и плавня. Содержимое тигля уплотняют легким постукиванием по поверхности стола. Смесь почвы с плавнем не должна занимать больше половины объема тигля, так как сплавление сопровождается обильным выделением CO_2 , смесь вспучивается и может быть выброшена из тигля.

Тигель закрывают платиновой крышкой и ставят в холодную муфельную печь. Медленное нагревание постепенно удаляет из образца воду, CO_2 и предотвращает разбрызгивание. Плавнение начинается около 800°C . Процесс сплавления считают законченным, когда жидкая масса в тигле становится

однородной и не содержит крупинок плавня. Обычно для этого требуется 1,5– 2 часа с момента нагрева печи.

После этого тигли вынимают из печи длинными тигельными щипцами и быстро погружают в фарфоровую чашку, наполовину заполненную холодной дистиллированной водой.

Затем тигель переносят во вторую чашку с дистиллированной водой и, по охлаждении, ставят его в чистую пустую фарфоровую чашку. При выполнении этих операций крышку не снимают с тигля, так как при быстром охлаждении масса плава растрескивается, и кусочки плава могут вылететь из тигля. В тигель, стоящий в пустой чашке, наливают из промывалки горячую дистиллированную воду с таким расчетом, чтобы она покрывала плава, закрывают крышкой и оставляют на несколько минут. Затем круговыми движениями стеклянной палочки плава отделяют от стенок и содержимое тигля выливают в чашку. Крышку и тигель несколько раз промывают небольшими порциями воды, жидкость из тигля выливают по палочке.

Если плава плохо вынимается из тигля водой, можно обработать его разбавленной 1:1 соляной кислотой. Нельзя этого делать в том случае, если плава имеет изумрудно-зеленый цвет, свидетельствующий о присутствии солей марганцевистой кислоты. При взаимодействии их с раствором HCl , выделяется свободный Cl_2 , который растворяет платину, с образованием платинохлористоводородной кислоты. В этом случае плава вынимают азотной кислотой.

После того как плава полностью перенесен в фарфоровую чашку, приступают к разложению карбонатов соляной кислотой. Поскольку при взаимодействии углекислых солей с кислотой происходит бурное выделение CO_2 , сопровождаемое

разбрызгиванием, необходимо чашку закрыть часовым стеклом. Кислоту (20 мл конц. HCl) приливают осторожно по стенке чашки, только чуть сдвигая стекло. В результате добавления кислоты, в чашке получается раствор кислоты разбавленный примерно 1 : 1. Размешивая раствор под стеклом стеклянной палочкой, следят за изменением окраски содержимого чашки, по мере перехода карбонатов в хлориды – раствор становится желтым от хлорида железа, что служит показателем его кислой реакции.

Если разложение карбонатов идет медленно, рекомендуется поставить чашку на горячую водяную баню, тем самым ускорить процесс растворения.

После разложения карбонатов часовое стекло с чашки убирают и содержимое чашек выпаривают на кипящей водяной бане до состояния мокрых солей. Таким образом подготавливают плавы для определения кремния. Кремний является первым элементом, определяемым при валовом анализе.

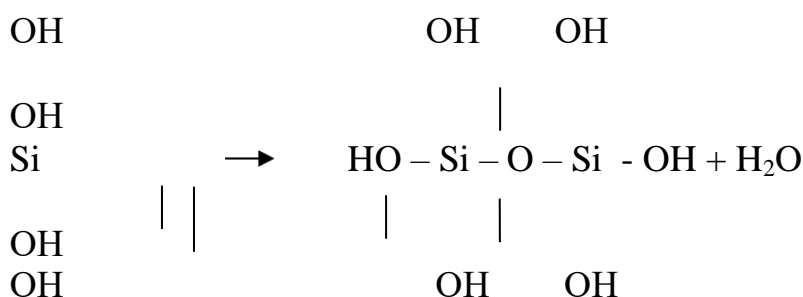
Лабораторная работа №14. *Определение кремневой кислоты желатиновым методом (4 часа).*

Валовое содержание кремния в почвах колеблется в пределах 40–80 % и зависит от присутствия тех или иных минералов. Si в природе входит практически во все соединения. В почвах кремний содержится в составе большинства первичных и вторичных минералов (кварц, плагиоклазы, слюды, пироксены и т.д.). Минерал кварц – полностью состоит из двуокиси кремния (SiO₂).

Содержание кремния в разных генетических горизонтах почв – разное, поэтому содержание кремния служит зачастую диагностирующим показателем протекающих в почвенном профиле почвообразовательных процессов. Например, процесс подзолообразования – кремний накапливается в верхней части почвенного профиля, в горизонте E.

Валовое содержание кремния в почвах определяется весовыми методами. Существует два весовых метода определения кремния (желатиновый и солянокислый).

Растворы кремневой кислоты, которые получают при растворении плава соляной кислотой, неустойчивы. Молекулы кремневой кислоты укрупняются в результате реакции полимеризации и образуются поликремневые кислоты различной длины цепи:



В процессе конденсационной полимеризации ортокремневой кислоты могут образоваться не только линейные полимеры, но и разветвленные цепи и сетчатые пространственные структуры. Реакция конденсационной полимеризации катализируется ионами H⁺ и OH⁻. Максимальная устойчивость пересыщенных

растворов наблюдается при рН 1-3, минимальная при рН около 6, в щелочной среде устойчивость пересыщенных растворов кремневой кислоты вновь повышается. Кроме того, установлено, что скорость полимеризации возрастает с увеличением концентрации кремнекислоты и с повышением температуры. Полимеризованные кремневые кислоты легко коагулируют и выпадают в осадок, особенно при добавлении желатина.

Полимеры кремневой кислоты, находящиеся в растворе, представляют собой отрицательно заряженные частицы. В двойном электрическом слое этой частицы в качестве противоионов находятся протоны H^+ . Поэтому прибавление соляной кислоты нарушает ионное равновесие и вызывает коагуляцию частиц с образованием геля кремневой кислоты $SiO_2 \cdot nH_2O$, который выпадает в осадок. Наиболее полно коагуляция протекает в присутствии желатина, состоящего из положительно заряженных коллоидных частиц этого вещества в условиях сильнокислой среды.

Желатин имеет кислые (карбоксильные) и основные (амино) группы и поэтому является амфотерным коллоидом. В кислой среде он приобретает положительный заряд. При взаимодействии положительно заряженных гидрофильных частиц желатина с отрицательно заряженными гидрофильными частицами кремневой кислоты происходит нейтрализация зарядов, что ведет к коагуляции и полному выделению геля кремневой кислоты из раствора.

Выполнение определения

В чашки, с мокрыми солями приливают 25–30 мл конц. HCl , тщательно размешивают содержимое чашки стеклянной палочкой, прикрывают чашку стеклом и ставят на горячую водяную баню, чтобы подогреть раствор до $60 - 70^\circ C$.

Вливают в раствор из пипетки по каплям 5 мл свежеприготовленного 1% раствора желатина, тщательно размешивая палочкой энергичными круговыми движениями каждую прибавленную каплю. Снова ставят чашку под стеклом на горячую водяную баню на 5–10 мин для полного взаимодействия желатина с кремневой кислотой. Затем приливают в чашку 25–30 мл горячей дистиллированной воды (т.е. количество равное по объему внесенной для осаждения HCl), чтобы снизить кислотность раствора перед фильтрованием. Хорошо перемешивают содержимое чашки, выдерживают на водяной бане 5–8 мин и фильтруют декантацией через фильтр с белой лентой.

При фильтровании жидкость из чашки на воронку переносят обязательно по стеклянной палочке. Осадок на фильтре и в чашке промывают горячим 1% раствором HCl до тех пор, пока он не станет белым, и переносят его на фильтр. Фильтрат и промывные воды собирают в мерные колбы емкостью 250 мл.

Чашки тщательно протирают маленькими кусочками фильтра, которые присоединяют к осадку на фильтре, и снова ополаскивают.

Когда фильтрат в мерной колбе составит $\frac{3}{4}$ ее объема, делают пробу на полноту промывания осадка от ионов Fe^{+3} . Для этого под воронку подставляют пробирку, собирают 0,5–1 мл фильтрата и добавляют 2–3 капли 1 М раствора роданида калия или аммония. Если раствор окрашивается в розовый цвет, то осадок продолжают промывать, если раствор остается бесцветным – промывание прекращают. Объем жидкости в колбе доводят дистиллированной водой до метки и оставляют для

последующих определений. Фильтр с осадком подсушивают в сушильном шкафу или на воздухе и помещают в фарфоровый тигель, предварительно высушенный и взвешенный. Тигли ставят в холодную муфельную печь и прокаливают осадок при температуре 900–1000 °С до постоянного веса. Прокаленный осадок в тиглях взвешивают и рассчитывают содержание кремния по формуле:

$$\text{SiO}_2 \% = \frac{A \times 100}{\Gamma} \times K \text{ ппп}$$

где А - вес прокаленного осадка

100 – пересчет в %

Г – навеска почвы, взятая для сплавления

К ппп – коэффициент потери при прокаливании, который рассчитывается:

$$K \text{ ппп} = \frac{\% \text{ ППП} + 100}{100}$$

Лабораторная работа №15. Определение суммы полуторных окислов аммиачным методом (4 часа).

Метод основан на осаждении железа и алюминия в виде гидроксидов аммиаком при нагревании. При нейтрализации фильтрата от кремнекислоты аммиаком последовательно осаждаются гидроксид титана (рН 1-1,5), затем гидроксид железа (рН 2-5) и, наконец, гидроксид алюминия (рН 4,5-6,5) Аммиак добавляют до изменения окраски индикатора метилового красного от красной в желтую. Избыток аммиака может привести к растворению гидроксида алюминия, обладающего амфотерными свойствами. Кроме того, в щелочной среде может происходить осаждение гидроксида магния.

При нейтрализации анализируемого солянокислого раствора аммиаком образуется большое количество хлорида аммония, который препятствует повышению рН и адсорбции других ионов на поверхности осадка гидроксидов. Кроме гидроксидов при добавлении аммиака по метиловому красному осаждаются фосфаты и ванадаты алюминия и железа.

Чтобы от суммы смешанного осадка оксидов (R₂O₃) перейти к сумме оксидов алюминия и железа, необходимо из массы смешанного прокаленного осадка вычесть содержания P₂O₅, TiO₂, определяемые в отдельных пробах солянокислого раствора .

Выполнение определения

Из мерной колбы с солянокислым фильтратом, полученным при отделении кремнекислоты, предварительно тщательно перемешанным, пипеткой отбирают 50 или 100 мл (объем записать!) и помещают в химический стакан вместимостью 150-200 мл.

Нагревают раствор до появления первого пузырька, снимают с огня и добавляют по каплям при перемешивании 25%-ный (концентрированный) аммиак для частичной нейтрализации НС1, до тех пор, пока содержимое стакана слегка не помутнеет и не приобретет буроватый оттенок за счет образования гидроксида железа.

К предварительно нейтрализованному раствору добавляют 2-3 капли индикатора

метилового красного. Заранее добавлять индикатор не следует, т.к. в сильноокислом горячем растворе он обесцвечивается. Окраска индикатора метилового красного изменяется в интервале рН 4,4-6,2. Если раствор будет иметь желтую окраску, добавляют несколько капель разбавленной соляной кислоты до появления розовой окраски. После этого продолжают нейтрализацию раствора, пользуясь более разбавленным (10%-ным) раствором аммиака. Его добавляют также по каплям до перехода окраски из розовой в желтую от одной капли аммиака, после чего прибавляют еще 1-2 капли до появления очень слабого запаха аммиака. В стакане образуется хлопьевидный осадок, который может иметь разную окраску (от почти белой до бурой) в зависимости от соотношения Fe и Al. Критериями правильного осаждения $R(OH)_3$ являются, таким образом, три признака: желтая окраска индикатора, слабый запах аммиака и «зрелость» осадка (если образуются не хлопья, а равномерная муть, значит, рН раствора выше или ниже требуемого значения).

Когда осаждение закончено, раствор с осадком ставят на горячую водяную баню на 10 минут. За это время готовят все необходимое для фильтрования и промывания осадка: химический стакан вместимостью 500 мл для сбора фильтрата и промывных вод; небольшую воронку с хорошо подогнанным рыхлым фильтром (красная лента, диаметр 9 см, для лучшего прилегания к воронке смочить несколькими каплями воды), закрепленную на штативе; промывалку с горячей промывной жидкостью - 1%-ным раствором NH_4NO_3 , имеющим рН -6,2 (рН проверить!!!).

Раствор в стакане нагревают до кипения, снимают с огня, прикрывают стеклом и дают осадку опуститься на дно. Сливают отстоявшуюся горячую жидкость по стеклянной палочке на фильтр, фильтрат собирают в мерную колбу емкостью 250 мл, а осадок в стакане 2-3 раза промывают горячим (~70- 80°C) раствором NH_4NO_3 путем декантации, т.е. каждый раз сливая на фильтр только надосадочную жидкость, не перенося осадка. Методом декантации осадок промывают небольшими порциями раствора нитрата аммония до отрицательной реакции на хлорид ион: в пробирку помещают 1-2 мл фильтрата из-под воронки, 1-2 капли 1%-ного раствора $AgNO_3$, 1-2 капли концентрированной HNO_3 . Допустима слабая опалесценция жидкости в пробирке, помещенной на темный фон; более заметный осадок $AgCl$ (хлопья или муть) свидетельствует о необходимости дальнейшего промывания. Удаление Cl из осадка необходимо потому, что при последующем прокаливании в присутствии Cl возможна частичная потеря Fe^{3+} за счет образования $FeCl_3$, который улетучивается при $t > 320^\circ C$. Затем переносят осадок полностью на фильтр.

Фильтрат и промывные воды собранные в мерную колбу емкостью 250мл, доводят до метки и оставляют для определения Ca, Mg и S.

Промытый и высушенный осадок помещают вместе с фильтром в взвешенный фарфоровый тигель и озольют в муфельной печи.

Продолжительность и температура прокаливании зависят от соотношения Fe и Al. При большой доле железа (осадок интенсивно окрашен) температура должна быть не выше 850-950°C, поскольку при более высокой температуре и недостаточном доступе воздуха часть Fe_2O_3 может восстановиться с образованием Fe_3O_4 , и масса осадка окажется заниженной. При малом содержании железа (осадок светлый) целесообразно прокалывать тигли при $t > 1000^\circ C$, так как осадок Al_2O_3 в этом случае получается не гигроскопичным.

Прокаливание ведут до постоянной массы тигля с осадком.

Содержание суммы полуторных окислов рассчитывают: $A * 100$

$R_2O_3 \% = \frac{A}{g} * K \text{ ппп}$

г

где А - вес прокаленного осадка

100 – пересчет в %

г – навеска почвы, соответствующая аликвоте, взятой для осаждения полуторных окислов. Ее рассчитывают следующим образом:

1,00 г-250 мл

X г - 50(100) мл

1,0 г- навеска почвы, взятая для сплавления,

250 мл объем фильтрата после определения кремневой кислоты,

X-навеска почвы, соответствующая аликвоте, взятой для осаждения полуторных окислов, которую мы должны рассчитать,

50 (100) мл объем аликвоты

K ппп – коэффициент потери при прокаливании.

Лабораторная работа №16. Весовой метод определение серы (4 часа).

Валовое содержание серы в почвах не превышает 1%, если почвы незасолены. В засоленных почвах содержание серы высоко, которая содержится в них в виде гипса $CaSO_4 * 2H_2O$, мирабилита $Na_2SO_4 * 10H_2O$, кизерита $MgSO_4 * H_2O$ и других солей серной кислоты. В болотных почвах сера содержится в составе пирита и марказита FeS_2 .

В незасоленных почвах сера накапливается в верхних горизонтах.

Накопление ее в них обусловлено биологическим накоплением.

Определение серы проводят весовым методом.

Метод основан на осаждении сульфат иона ионом бария. $Ba^{+2} + SO_4^{-2} = BaSO_4 \downarrow$

Вес прокаленного осадка пересчитывают на SO_3 . Осаждение ведут в солянокислой среде, поскольку HCl , препятствует выделению малорастворимых солей $CaCO_3$, а так же $BaHPO_4$ и, кроме того, способствует образованию крупнокристаллического осадка $BaSO_4$.

Из нейтральных растворов этот осадок выделяется в виде мелких кристаллов, проходящих через поры фильтра.

Сульфат бария всегда содержит примеси, вследствие соосаждения многих ионов. С осадком $BaSO_4$ соосаждаются катионы Fe, Al, поэтому железо и алюминий предварительно удаляют из фильтрата (для определения серы используют фильтрат после осаждения полуторных окислов). Определению серы мешает так же большое количество кальция, потому что образуется малорастворимый $CaSO_4 * 2H_2O$, поэтому в почвах содержащих карбонаты кальция, перед осаждением $BaSO_4$ удаляют из раствора кальций.

Осаждение $BaSO_4$ ведут в нагретом растворе, нагревание способствует укрупнению осадка сульфата бария. При осаждении надо избегать избытка

осадителя, так как это приводит к образованию мелких кристаллов, могущих пройти

сквозь поры фильтра.

Выполнение определения

Из колбы с фильтратом от полуторных окислов берут пипеткой 100 мл фильтрата и помещают в химический стаканчик. Щелочной раствор подкисляют 10 % раствором соляной кислоты до явно розовой окраски индикатора метилового красного, после чего приливают еще 1 мл концентрированной HCl.

Затем вносят в раствор 5-10 капель 1 % раствора пикриновой кислоты (пикриновая кислота способствует выделению более крупных кристаллов осадка) нагревают до кипения, и приливают 5-10 мл горячего 10 % раствора BaCl₂, тщательно размешивая палочкой каждую каплю осадителя, во избежание местного перенасыщения и образования мелких кристаллов.

Закрывают стакан часовым стеклом и кипятят 5 мин., (разрушая тем самым образовавшиеся мелкие кристаллы) затем ставят на горячую водяную баню на 30 мин., для старения осадка (при старении осадка идет разрушение мелких кристаллов с образованием более крупных). Затем осадок профильтровывают через плотный фильтр с синей лентой. Фильтр необходимо предварительно запарить кипящей дистиллированной водой, дабы уменьшить поры фильтра.

Осадок в стакане и на фильтре промывают водой, подкисленной соляной кислотой, тем самым полностью перенося его на фильтр, затем фильтр с осадком помещают во взвешенный фарфоровый тигель и прокаливают в муфельной печи при температуре 750°С. Содержание серы рассчитывают:

$$A \times 0,343 \times 100 \text{SO}_3 \% = \Gamma$$

A – вес прокаленного осадка

0,343 - % содержание серы в молекуле BaSO₄

Г – навеска почвы, соответствующая аликвоте, взятой для осаждения

Лабораторная работа №16. Определение железа и алюминия. Комплексонометрическое титрование железа и алюминия (4 часа).

Определение железа

Железо в почвах присутствует в двухвалентных и трехвалентных формах. В почвах железо входит в состав различных минералов: как первичных (пироксены, амфиболы, слюды и т.д.), так и вторичных (глинистых минералов: монтмориллонита, нонтронита, хлорита, гидрослюд, вермикулита и т.д.). Очень часто железо встречается в виде окислов: гематита, (Fe₂O₃), гидрогематита, гетита (Fe₂O₃ * H₂O), гидрогетита, лимонита (Fe₂O₃ * 3H₂O). Двухвалентные формы соединений: сидерит (FeCO₃), пирит (FeS₂), вивианит (Fe₃(PO₄)₂ * H₂O).

В почвах содержание валового железа по генетическим горизонтам различно и зависит от протекающих почвообразовательных процессов. Например – в подзолистых почвах, в горизонте E – железа содержится очень мало (1 – 3%) и меньше, тогда как в иллювиальном горизонте Bm, Vfe содержание его может превышать 10% и более.

В бурых лесных почвах (в буроземах, красноземах) содержание валового железа как правило велико, 10 – 20 %. В этих почвах железо преимущественно содержится в виде вторичных, глинистых минералов и окислов.

В химическом анализе почв методы определения железа можно разделить на две группы: 1. Фотоколориметрические, спектрофотометрические (инструментальные) методы, 2. Комплексонометрические (титриметрические или объемные) методы.

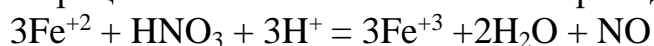
Комплексонометрический метод определения железа

Определение валового содержания железа в почвах проводят комплексонометрическим методом, титруя трехвалентное железо, так как константа устойчивости комплексоната трехвалентного железа в 10^{10} раз выше, чем комплексоната двухвалентного железа. Титрование железа раствором комплексона III (трилоном Б) проводят в кислой среде. Титрование в кислой среде позволяет устранить мешающее влияние многих сопутствующих элементов, так как в этих условиях некоторые металлы вообще не образуют комплексонатов - (Ba, Mg, Ca), либо комплексонаты образуются, но их устойчивость мала - (Al, Zn, Cu и др.).

Взаимодействие железа с комплексоном III протекает медленно, поэтому анализируют подогретые растворы. В качестве индикатора используют сульфосалициловую кислоту, которая с железом в кислой среде образует комплексное соединение лилово-красного цвета. При титровании лилово-красная окраска переходит в слегка желтоватую окраску соединения железа с комплексоном III. Интервал кислотности, в котором развивается лиловая окраска сульфосалицилата железа, невелик, поэтому при выполнении анализа необходимо тщательно контролировать pH раствора. Как уже отмечалось, молярный коэффициент погашения сульфосалицилата железа тоже невелик, поэтому переход окраски при комплексонометрическом титровании железа не резкий.

Выполнение определения

Берут пипеткой 25 мл фильтрата от кремневой кислоты (предварительно тщательно перемешав), прибавляют 7 капель концентрированной HNO_3 и нагревают до кипения, чтобы окислить закисное железо, образующееся при частичном восстановлении Fe^{+3} в процессе плавления. Окисление проводят по схеме:



Затем нейтрализуют раствор 10 % раствором аммиака (NH_4OH) до появления устойчивой мути, прибавляя аммиак по каплям при размешивании.

Затем проводят обратную нейтрализацию, прибавляя 10 мл 1н раствора HCl (муть должна полностью раствориться), доводят объем раствора примерно до 100 мл дистиллированной водой (тем самым уменьшая концентрацию раствора), нагревают раствор до $50 - 55^\circ \text{C}$, проверяют pH универсальной индикаторной бумагой (pH должна соответствовать 1 – 1,5), прибавляют в раствор 1 мл 10 % раствора сульфосалициловой кислоты (или 0,1 г кристаллической) и медленно титруют горячий, окрашенный в лилово-красный цвет раствор комплексоном III при тщательном перемешивании.

В точке эквивалентности лилово-красная окраска переходит в желтоватую –

характерную для комплексоната железа. При малом содержании железа желтой окраски может не быть, раствор становится бесцветным.

Процентное содержание железа вычисляют по формуле: $A \times T \text{ Fe}_2\text{O}_3$
 $\times 100$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3\% = \frac{\quad}{\Gamma}$$

A – объем комплексоната, затраченный на титрование,

T Fe_2O_3 – титр молярного раствора комплексона (находится в справочнике),

Г – навеска сухой почвы, соответствующая аликвотной части фильтрата, взятого для титрования, ее вычисляют:

1 г (навеска почвы, взятой для сплавления)-250 мл (общий объем фильтрата)

X г (навеска почвы, соответствующая взятой аликвоте)-25 мл (объем аликвоты, взятой на титрование)

1 г x 25 мл

$$X = \frac{\quad}{250 \text{ мл}} = 0,1 \text{ г}$$

Определение алюминия

Алюминий в почвах, так же как и железо содержится в составе первичных, и вторичных глинистых минералов. Основная часть алюминия входит в состав глинистых минералов и является вторым после Si компонентом их.

$m [\text{Mg}_3 (\text{Si}_4\text{O}_{10}) \times (\text{OH})_2] \times p [(\text{Al}, \text{Fe})_2 \text{Si}_4\text{O}_{10} \times (\text{OH})_2] \times n \text{H}_2\text{O}$ - формула монтмориллонита.

Валовое содержание алюминия, так же как и железа, меняется по генетическим горизонтам почв, и это зависит от протекающих в почвах почвообразовательных процессов. Например, при оподзоливании алюминий вместе с железом мигрирует вниз по профилю и осаждается в средней части профиля, образуя иллювиальный горизонт. Следовательно, алюминия, так же, как и железа в верхней части почвенного профиля содержится мало, а в нижней достаточно много.

В отличие от железа алюминий в химическом анализе почв определяется чаще всего объемными, титриметрическими методами, хотя и существуют другие методы определения алюминия (весовой, фотоколориметрический, спектрофотометрический), но они к сожалению не совершенны. Поэтому в валовом анализе почв для определения алюминия наиболее широко используют комплексометрические методы.

Комплексометрический метод определения алюминия

Алюминий, так же как и железо, образует с ионом OH^- гидрокомплексы, поэтому титрование алюминия комплексом III можно проводить лишь в кислой среде, в этом случае гидрокомплексы если и образуются в умеренных количествах, то быстро разрушаются. Нужное же для проведения анализа более высокое значение рН целесообразно устанавливать, прибавляя буферный раствор. Алюминий, как правило, определяют методом обратного титрования. В связи с тем, что алюминий

медленно реагирует с комплексом III, реакцию проводят при нагревании. Нагревание необходимо и при использовании метода обратного титрования, так как титрование избытка комплексона можно начинать лишь после того, как закончится взаимодействие Al с комплексом

I. Обратное титрование избытка комплексона III проводят раствором $ZnCl_2$.

Выполнение определения

Определение алюминия проводят в той же порции раствора, в которой комплексом III было оттитровано железо. В эту колбу из бюретки добавляют 15–25 мл 0,05 М раствора трилона Б. Нагревают до кипения и кипятят 1-2 мин., после чего в нее добавляют 1-2 капли индикатора метилового оранжевого и нейтрализуют кислый раствор разбавленным аммиаком (10%) до перехода красного цвета в желтый. Затем приливают 5 мл ацетатного буфера, с $pH = 5.0$, после чего pH раствора становится равной 4,5–5,0, реакцию раствора контролируют по универсальной индикаторной бумаге. Раствор охлаждают до 20-30° С и добавляют 30 - 50 мг индикатора ксиленового оранжевого. Цвет раствора становится при этом ярко-желто-оранжевым. Оттитровывают избыток трилона Б 0,05 М раствором хлористого цинка до перехода окраски в красно-золотистую. Надо отметить, что переход окраски происходит постепенно, поэтому титрование следует вести очень внимательно. Процентное содержание алюминия рассчитывают:

$$Al_2O_3 \% = \frac{(A - B) \times T_{Al_2O_3} \times 100}{G}$$

A – количество трилона Б, прилитое в колбу после титрования железа,

Б – количество хлорида цинка пошедшего на титрование избытка трилона Б,

$T_{Al_2O_3}$ – титр молярного раствора трилона Б по Al_2O_3 (находится в справочнике),

G – навеска почвы, соответствующая взятой на анализ аликвоте (рассчитывается так же, как и железо).

Лабораторная работа №17. Определение кальция и магния. *Комплексометрическое титрование кальция и магния (4 часа).*

В почвах Ca содержится в основном в составе первичных минералов (основных, средних плагиоклазов, амфиболов, пироксенов). Например, минерал анортит $Ca(Al_2SiO_8)$. В карбонатных почвах Ca входит в состав почвенных карбонатов, $CaCO_3$ х $MgCO_3$ – доломит.

В засоленных почвах кальций входит в состав гипса ($CaSO_4 \times 2H_2O$) или хлорида ($CaCl_2 \times 6H_2O$). Процентное содержание Ca в почвах выражается в единицах %. В почвах, не содержащих карбонатов, содержание валового Ca в верхних горизонтах, как правило, больше, чем в нижних, за счет биологического накопления кальция в составе растительных остатков, гумуса.

В почвах, содержащих карбонаты, максимум кальция находится в нижних горизонтах и в почвообразующей породе.

Магний, так же как и кальций, в почвах содержится в составе первичных минералов, например, очень много магния в оливинах $(Mg, Fe)_2 \times SiO_4$. Но в отличие от кальция магний содержится в значительных количествах и в составе вторичных, глинистых минералов, особенно много магния в вермикулите, хлорите.

В карбонатных почвах магний накапливается в составе магнезита $(MgCO_3)$ или доломита $(CaCO_3 \times MgCO_3)$.

В засоленных почвах Mg содержится в виде простых сульфатов и хлоридов, а так же их двойных солей.

Валовое содержание магния, так же как и кальция, колеблется в единицах процентов.

В валовом анализе почв используют гравиметрические и титриметрические методы определения кальция и магния, особенно широко применяются комплексонометрические методы.

Комплексонометрический метод определение кальция

Выполнение определения

Берут пипеткой 25-50 мл фильтрата от полуторных окислов, предварительно взболтав, и помещают в коническую колбу емкостью 250 мл. Прибавляют 2-3 капли 1% раствора Na_2S для маскировки мешающих определению металлов. Оставшиеся в растворе ионы металлов, переходят в сульфиды. Прибавляют 1-2 мл 5% раствора гидроксиламина солянокислого – для перевода четырехвалентного марганца в двухвалентный, который связывается сульфид – ионом.

Разбавляют фильтрат водой примерно до объема 100 мл, после чего прибавляют 20 мл 20 % раствора КОН, тем самым доводят pH раствора до 13 (pH проверяют по универсальной индикаторной бумаге).

Затем вносят 30-50 мг индикатора флуорексона (смешанного с КСl) и перемешивают. Раствор окрашивается в оранжевый цвет с зеленой флуоресценцией, титруют его 0,0125 М раствором трилона Б до перехода окраски в розовую (до исчезновения зеленой флуоресценции).

Содержание кальция рассчитывают: $A \times T_{CaO}$

$\times 100$

$CaO \% = \underline{\hspace{10em}}$

Г

Г – навеска почвы, соответствующая взятой на анализ аликвоте, А –

количество трилона Б, затраченного на титрование,

T_{CaO} титр трилона Б по окислу CaO, (находится в справочнике). Поскольку кальций определяется в фильтрате от полуторных окислов, навеску почвы здесь следует пересчитывать с учетом этого.

Пример расчета: на осаждение полуторных окислов взято 50 мл фильтрата от кремневой кислоты из общего объема равного 250 мл. Общий объем фильтрата получен из навески почвы, взятой для сплавления.

$$\begin{array}{l} 250 \text{ мл} - 1,023 \text{ г} \quad 50 \times 1,023 \\ 50 \text{ мл} - x \text{ г} X = \frac{\quad}{250} = 0,205 \text{ г} \end{array}$$

Следовательно, общему объему фильтрата от полуторных окислов соответствует навеска равная 0,205 г
 0,205 г - 250 мл
 X-50 мл

$$X = \frac{0,205 \times 50}{250} = 0,041 \text{ г}$$

0,041 - это навеска почвы соответствующая аликвоте 50 мл, взятой на титрование.

Определение магния по разности

Выполнение определения

Магний определяют по разности. Берут аликвоту равную аликвоте взятой для определения Ca, помещают в коническую колбу емкостью 250 мл. Прибавляют 2-3 капли 1% раствора Na₂S и 1-2 мл 5 % раствора гидроксилamina солянокислого, перемешивают, разбавляют водой до 100 мл, приливают 10 мл

буферного раствора с pH = 10 (pH всего раствора после этого должен быть равен 10, pH проверяют по индикаторной бумаге). Вносят 30-50 мг индикатора хромогена черного. Раствор окрашивается в винно-красный или фиолетовый цвет. Титруют раствор до перехода окраски в ярко синюю.

Сначала трилон Б связывает присутствующий в растворе Ca, поскольку он образует с кальцием малодиссоциированный комплекс, затем трилон Б взаимодействует с Mg и когда весь магний будет оттитрован, окраска раствора изменится. Следовательно, количество трилона Б, затраченное на титрование соответствует содержанию суммы Ca и Mg в анализируемой пробе раствора.

Чтобы узнать количество мл, затраченное на титрование Mg, надо из количества мл пошедшего на титрование суммы кальция и магния вычесть количество мл трилона Б, пошедшее на титрование Ca (первое титрование). По полученной разности находят содержание окиси магния.

$$(b - a) \times T_{\text{MgO}} \times 100 \text{ MgO} \% = \frac{\quad}{\Gamma}$$

(b - a) – разность в мл трилона Б, пошедшего на титрование суммы Ca и Mg и на титрование Ca.

T_{MgO} – титр трилона Б по окислу магния (находится в справочнике).

Г – навеска почвы, соответствующая аликвоте, взятой на титрование (рассчитывается аналогично определению Ca).

Лабораторная работа №18. Фотокolorиметрический метод определения фосфора по Дениже. Фотокolorиметрический метод определения титана (4 часа).

Определение фосфора

Содержание валового фосфора в почвах не превышает десятых и сотых долей процента. В верхних горизонтах фосфора больше, чем, в нижележащих, за счет его биогенного накопления в составе гумуса. Бывают случаи, когда в нижних горизонтах почв, фосфора больше, чем в верхних, это связано с обогащенностью фосфором почвообразующих пород.

Большая часть фосфора в почвах входит в состав фосфорорганических соединений. Из минеральных соединений фосфора в почве чаще всего встречаются апатиты и продукты их гидролиза, из которых наиболее устойчив гидроксилapatит ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3 \times \text{OH}$) и фторапатит ($\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3 \text{F}$). Из простых фосфатов известен варисцит ($\text{Al}[\text{PO}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$), бераунит ($\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2 \times (\text{OH}) 2,5 \times \text{H}_2\text{O}$), в болотных почвах встречается вивианит ($\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$).

Аналитические методы определения фосфора основаны на способности ортофосфорной кислоты давать соединения с молибденовой кислотой. Из многочисленных методов определения фосфора наиболее пригодными для анализа почв следует признать колориметрические методы, поскольку валовое содержание фосфора в почве не превышает десятых и сотых долей процента.

Фотоколориметрический метод определения фосфора

В основе фотоколориметрического метода лежит способность фосфора образовывать окрашенные гетерополикислоты. Поликислоты – это особый тип комплексных соединений, образование которых связано с заменой кислорода (кислородсодержащих кислот) на анион той же кислоты – изополикислоты, или анион другой кислоты – гетерополикислоты.

При замене кислорода ортофосфорной кислоты (H_3PO_4) на анион молибденовой кислоты ($\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$) – образуется фосфорномолибденовая кислота (гетерополикислота) – $\text{H}_3[\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4] \times \text{H}_2\text{O}$.

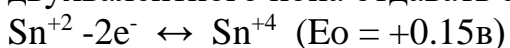
Сама кислота обладает слабой желтой окраской. Для того, чтобы получить окрашенный раствор этой кислоты восстанавливают 6 валентный молибден до 5 валентного. Окраска раствора становится синей, интенсивность окраски зависит от содержания фосфора.

Для восстановления Mo^{+6} в Mo^{+5} применяют различные восстановители: хлористое олово, аскорбиновую кислоту, сульфат гидразина и т. д. В практике анализа почв в качестве восстановителя наиболее широко применяют хлорид олова.

Синяя окраска фосфорномолибденовой гетерополикислоты развивается в относительно узком интервале кислотности. В щелочной и сильноокислой средах гетерополикислота неустойчива, разлагается, образуя соли фосфорной и молибденовой кислот. Поэтому кислотность должна быть оптимальной.

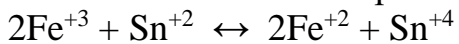
Нельзя вводить избыток молибдена в раствор, т. к. при избытке молибдена могут образоваться две сини, фосфорномолибденовая и молибденовая (т. е. восстановление молибдена идет и в гетерополикислоте и в молибденовой кислоте – это завышает результаты анализа).

Способность Mo восстанавливаться оловом основано на способности его двухвалентного иона отдавать электроны по схеме:

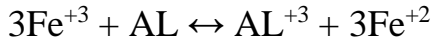


В присутствии трехвалентного железа восстановительный потенциал и концентрация

Sn^{+2} снижается за счет реакции:



Это уменьшает интенсивность синей окраски и придает зеленоватый оттенок раствору. В том случае, когда в пробе много Fe^{+3} его нужно восстановить до Fe^{+2} , которое не мешает определению фосфора. Восстановление проводят металлическим алюминием:



Хлористое олово – сильный восстановитель, способный восстанавливать Мо гетерополикислоты при комнатной температуре и при малом количестве фосфора. Метод отличается высокой чувствительностью, но полученная окраска раствора сохраняется непродолжительное время.

Выполнение определения Перемешав фильтрат от кремневой кислоты, берут из него 10 мл и помещают в стаканчик емкостью 50 мл. Раствор разбавляют немного водой (примерно до объема 20 мл) и нагревают до кипения. Снимают с огня и прибавляют в горячий раствор на кончике ножа немного порошка или стружки металлического алюминия, прикрыв стаканчик стеклом (во избежание расплескивания раствора). Перемешивают раствор круговыми движениями и оставляют стоять до обесцвечивания раствора. Обмывают покровное стекло над стаканом водой, если есть остаток не растворившегося алюминия, то его отфильтровывают, тщательно ополаскивают стаканчик и фильтр. Фильтрат и промывные воды собирают в мерную колбу емкостью 100 мл.

Нейтрализуют избыток кислоты каплями 10% раствора аммиака, прибавляя его до слабого помутнения от выпавших гидроокисей железа и алюминия. После этого растворяют гидроокиси добавлением нескольких капель 10% раствора серной кислоты (часто нейтрализацию проводят по индикатору α и β – динитрофенолу – до желтой окраски, затем обесцвечивают кислотой).

Приливают в колбу воды примерно до объема 80-90 мл, прибавляют туда 4 мл 2,5 % раствора молибденовокислого аммония приготовленного на серной кислоте и тщательно перемешивают. Затем вносят в колбу 6 капель свежеприготовленного хлорида олова, опять перемешивают, оставляют стоять 5-10 мин. (синяя окраска раствора появляется довольно быстро, но максимальная интенсивность ее наблюдается через 5-10 мин, а затем интенсивность окраски снижается). Доводят раствор в колбе до метки дистиллированной водой и быстро фотокolorиметрируют, не дожидаясь уменьшения интенсивности окраски.

Содержание фосфора рассчитывают:

$$A \times 100P_2O_5 \% = \text{-----}$$

$$Г \times 1000$$

A – концентрация фосфора (показания прибора)

Г – навеска почвы, соответствующая аликвоте, взятой на анализ 1000 – для перевода г. в мг.

Определение титана

Наиболее распространенной формой титана в природе является двуокись титана (TiO_2), встречающаяся в виде полиморфных минералов: рутила, анатаза, и брукита. Из других минералов, содержащих титан, часто встречается титанистый железняк

или ильменит (FeTiO_3), титаномагнетит $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) \times m(\text{FeTiO}_3)$, сфен или титанит ($\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$). Во многих почвах титан находится в форме устойчивых соединений и не изменяется в процессе почвообразования. У нас в почвах титан содержится в виде титаномагнетита. В валовом химическом анализе почв титан определяют фотоколориметрическими методами. Для определения титана предложено несколько вариантов фотоколориметрического метода.

Содержание титана в почвах относительно небольшое, в пределах 1 %. Поэтому для определения титана может быть использована малочувствительная реакция титана с перекисью водорода.

Перекисный метод определения титана

В кислой среде с перекисью водорода титан образует желто-оранжевый комплекс $[\text{TiO} \times \text{H}_2\text{O}_2]^{+2}$. Определению титана мешают ионы металлов, обладающие в солянокислой среде собственной окраской $[\text{Fe}^{+3}]$. Влияние хлорида железа, имеющего желтую окраску, устраняют фосфорной кислотой. Однако фосфат ионы образуют комплексные соединения не только с железом, но и с титаном, и тем самым снижают интенсивность окраски перекисного комплекса титана. Поэтому и в анализируемые, и в стандартные растворы при фотоколориметрировании необходимо добавлять одинаковые количества H_3PO_4 .

Выполнение определения

Берут пипеткой 25 мл фильтрата от кремневой кислоты, помещают в химический стаканчик и приливают 10% раствор аммиака до появления устойчивой мути, а затем добавляют 5% раствор H_2SO_4 до полного растворения осадка и еще небольшой избыток.

Переливают раствор в мерную колбу емкостью 100 мл, приливают туда 1 мл концентрированной H_3PO_4 и 1 мл 30 % перекиси водорода. Доводят объем раствора до метки 5% раствором серной кислоты, перемешивают и фотоколориметрируют. Содержание титана рассчитывают:

$$A \times 100 \text{TiO}_2 \% = \text{-----}$$

$$Г \times 1000$$

A – концентрация

Г – навеска почвы, соответствующая аликвоте 1000 - -

перевод г. в мг.

Лабораторная работа №19. Фотоколориметрический метод определения марганца (4 час).

Определение марганца

Содержание валового марганца в почвах не превышает десятых и сотых долей %. Наибольшее количество Mn в профиле почв всех типов приурочено к верхним горизонтам, если не считать, что в некоторых почвах встречаются иногда марганцево-железистые новообразования в виде конкреций, ортштейновых зерен.

В почвах легкого механического состава часто образуются ортзандовые прослойки с повышенным содержанием марганца.

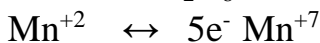
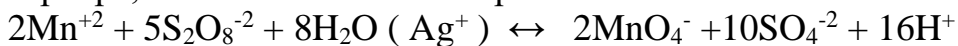
Из минералов, содержащих марганец, наиболее распространены: пиролюзит MnO_2 , браунит Mn_2O_3 и гаусманит Mn_3O_4 . Довольно часто встречается родонит $MnCO_3$ и родохрозит или марганцовистый шпат.

Поскольку содержание марганца в почве обычно меньше одного процента, его определяют колориметрическим методом. Из колориметрических методов наиболее известны персульфатный и периодатный методы, основанные на окислении двухвалентного марганца до семивалентного в кислой среде.

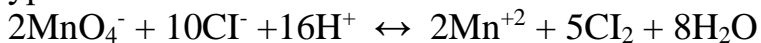
В почвах, в основном, представлены соединения 2-х и 4-х валентного марганца. В составе плава, получаемого при сплавлении почвы с карбонатными плавнями, марганец находится в форме манганатов (MnO_4), при растворении плава соляной кислотой Mn 4-х валентный переходит в Mn 2-х валентный.

Персульфатный метод определения марганца

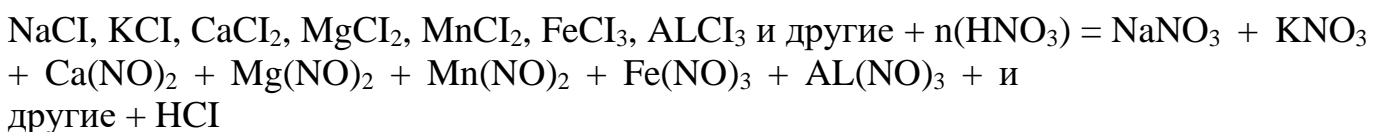
В практике анализа почв в качестве окислителя для перевода Mn 2-х валентного в Mn 7- валентный используют персульфат аммония или K в присутствии ионов серебра, в качестве катализатора.



Окисление марганца проводят в сернокислрой или азотнокислой среде, но не в солянокислой, так как ион Cl^- восстанавливает ион марганцевой кислоты по уравнению:



Поэтому хлориды удаляют, предварительно выпаривая анализируемый раствор и несколько раз обрабатывая осадок концентрированной азотной кислотой до полного удаления хлора. Освобождение от хлора идет за счет разложения хлоридов сухого остатка азотной кислотой по схеме:



При обработке сухого остатка азотной кислотой происходит не только удаление хлора, но и окисление присутствующих в растворе восстановителей, например (Fe^{+2}) и других элементов, мешающих определению Mn.

Ионы (Fe^{+3}) переводят в бесцветный комплекс добавлением фосфорной кислоты, которая связывает железо в комплексный ион $[Fe(PO_4)_2]^{-3}$ и кроме того препятствует образованию двуокиси марганца.

Ион марганцевистой кислоты (MnO_4)⁻ или Mn^{+7} окрашивает раствор в розово-фиолетовый цвет.

Молярный коэффициент погашения окрашенного раствора $\epsilon = 2300$, при λ (длине волны) = 525 нм. Закон Бугера–Ламберта–Бера приложим к концентрации до 20 мг Mn в 1 л раствора.

Выполнение определения

После перемешивания фильтрата от кремневой кислоты берут пипеткой 20 мл раствора, выливают в фарфоровую чашечку и выпаривают на кипящей водяной бане досуха. После выпаривания обильно смачивают из капельницы стенки и дно чашки каплями концентрированной азотной кислоты. Ставят чашку снова на водяную баню и выпаривают содержимое досуха. Такую обработку сухого остатка азотной кислотой с последующим выпариванием досуха производят не менее трех раз, чтобы обеспечить полное удаление хлора. После этого, приливают в чашечку 25 мл 5 % раствора H_2SO_4 , добавляют 1 мл H_3PO_4 для связывания в комплекс железа и стабилизации окраски $(MnO_4)^-$, после чего вносят 2 мл 1 % раствора $AgNO_3$. Закрывают чашечку стеклом и держат на водяной бане 30 мин., чтобы соли остатка полностью растворились, и прошло осаждение следов хлор иона, если они не были полностью удалены при обработке остатка азотной кислотой. Затем фильтруют раствор через фильтр с синей лентой, предварительно промыв фильтр трехкратно горячим 5 % раствором серной кислоты (промывные воды отбрасывают). Делают это для того, чтобы удалить следы хлор иона поглощенного фильтром из воздуха. Фильтрат собирают в химический стакан емкостью 100 мл профильтровав раствор, чашечку и фильтр промывают 3-4 раза горячим 5 % раствором серной кислоты. Общий объем фильтрата и промывной жидкости не должен превышать 80 мл, чтобы иметь возможность

перенести его (после окисления) в мерную колбу емкостью 100 мл.

Прибавляют в стакан 1-2 г (на кончике шпателя) кристаллического персульфата аммония или калия, перемешивают круговыми движениями содержимое стакана и ставят на горячую плитку. Нагревают до кипения, снимают с плитки, немного охлаждают (минуты 3) и добавляют еще немного персульфата. Охлаждать раствор перед новым добавлением персульфата $(NH_4)_2S_2O_8$ следует потому, что добавление его в горячий раствор сопровождается сильным вспениванием, вследствие чего раствор может быть выброшен из стаканчика.

Персульфат добавляют до тех пор, пока интенсивность фиолетовой окраски образовавшейся марганцевой кислоты не перестанет увеличиваться. Если окраска окажется не чисто фиолетовой, а с красноватым оттенком, значит кислотность среды недостаточна для полного окисления двухвалентного марганца в семивалентный. В этом случае, добавляют несколько капель концентрированной серной кислоты до изменения окраски в фиолетовую и хорошо перемешивают содержимое стаканчика.

Окрашенный раствор кипятят 2-3 мин, чтобы разложить избыток персульфата, после чего раствор охлаждают до комнатной температуры и переливают в мерную колбу 100 мл. Стаканчик ополаскивают 5 % раствором серной кислоты, промывные воды присоединяют к основному раствору в мерной колбе, доводят объем фильтрата до метки 5 % раствором серной кислоты, тщательно перемешивают и фотокolorиметрируют. Содержание марганца рассчитывают по формуле:

$$A \times 100 MnO \% = \text{-----}$$

$$Г \times 1000$$

А – концентрация

Г – навеска почвы, соответствующая аликвоте, взятой для определения 1000 – пересчет г. в мг.

Лабораторная работа №20. Определение калия и натрия пламеннофотометрическим методом (4 часа). Разложение почв спеканием.

Определение общего содержания калия и натрия в валовом анализе нельзя проводить в фильтрате, в котором определяли все, выше перечисленные элементы, поскольку разложению почв сплавлением проводилось с использованием в качестве плавней карбонатов калия и натрия. Для определения калия и натрия проводят отдельное разложение почв, с этой целью используют либо кислотное разложение, либо спекание почв с плавнями, не содержащими этих элементов, например, с карбонатом кальция и хлоридом аммония.

Разложение почв спеканием

Реакцию спекания относят к реакциям в твердой фазе, в которой исходные и конечные продукты – твердые.

При спекании почву непродолжительное время нагревают с плавнями. Образуется пористая масса – спек, которая разлагается легко кислотами и водой.

В процессе спекания происходит разрыхление кристаллической решетки минералов и диффузия ионов щелочных металлов в глубь решетки кристаллов. В

процессе спекания кремнезем алюмосиликатов связывается в нерастворимый силикат Са, алюминий переходит в окисел, а щелочные металлы (калий и натрий) образуют легко растворимые в воде хлориды. В качестве плавней используют карбонат кальция и хлорид аммония.

Разложение почв спеканием проводят сначала при слабом нагревании, чтобы разложить NH_4Cl на аммиак и хлористый водород, который взаимодействует с CaCO_3 и переводит часть его в CaCl_2 , затем нагревание усиливают, в результате чего CaCl_2 плавится и Са вытесняет щелочные металлы из кристаллической решетки алюмосиликатов. Наивысшая температура нагрева обуславливает термическое разложение другой части CaCO_3 , в результате чего образуется окись СаО, которая связывает кремнезем и тем самым способствует полному разложению алюмосиликатов. Выделяющиеся при спекании газы NH_3 , CO_2 , пары H_2O делают спек пористым, поэтому он легко поддается растворяющему действию воды (при извлечении из него хлоридов щелочей), а образующаяся при обработке спека водой гидроокись $\text{Ca}(\text{OH})_2$ удерживает Mg в осадке в виде нерастворимой в щелочной среде гидроокиси $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Выполнение определения

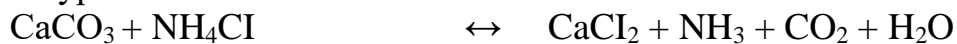
0,5-0,25 г почвы, отвешенные на аналитических весах и растертые до пудры, смешивают с равным количеством NH_4Cl тоже растертой до пудры. Отвешивают на технических весах 2-4 г CaCO_3 (8-кратное количество по отношению к NH_4Cl).

Отделяют $\frac{1}{4}$ часть для подушечки, остальную тщательно смешивают с почвой и NH_4Cl , затем покрывают смесь подушечкой и ставят в холодную муфельную печь. Следят, чтобы нагревание печи происходило не слишком быстро. В течение первых

20-30 мин температура внутри тигля не должна превышать 300°, так как может произойти потеря NH₄Cl вследствие его возгонки (при температуре 332-350°).

Нагрев контролируют, поднимая время от времени крышку тигля и рассматривая ее. На крышке не должно быть налета NH₄Cl и из тигля не должен выделяться белый дымок хлорида аммония (в противном случае печь выключают).

При слабом нагревании 250-300° хлорид аммония взаимодействует с углекислым Са по уравнению:



Слабое нагревание ведут до конца реакции, т.е. до отсутствия запаха аммиака. Окончательный контроль над выделением аммиака проводят при помощи стеклянной палочки, смоченной крепкой HCl. В присутствии аммиака около палочки образуется белый дымок хлорида аммония.

По окончании выделения аммиака нагрев постепенно усиливают до 900- 1000°. При такой температуре происходит разложение углекислого Са по уравнению:



Образовавшаяся окись Са взаимодействует со щелочными металлами. Нагревание при высокой температуре продолжается один час и более. После этого вынимают тигли из печи, дают тиглю охладиться и приступают к извлечению из него спека.

Спеки из тиглей выщелачивают горячей дистиллированной водой и помещают в фарфоровые чашки. Спеки раздавливают (измельчают) стеклянными палочками и ставят на водяную баню на 30 мин. Затем раствор с осадком декантируют через фильтр с белой лентой. Фильтрат собирают в мерные колбы емкостью 250 мл, промывают осадок на фильтре горячей дистиллированной водой подкисленной HCl. Затем доводят фильтраты до метки и определяют содержание калия и натрия на пламенном фотометре.

Определение калия и натрия

Среднее содержание калия в почвах составляет 1,36, натрия - 0,63%. В верхних горизонтах большинства незасоленных почв Европейской территории страны количество калия колеблется от 0,5 до 1% (в пересчете на K₂O - от 0,6 до 1,2%), натрия - от 0,2 до 0,7 (в пересчете на Na₂O - от 0,27 до 0,94%). В незасоленных почвах калий и натрий в основном (до 99%) находятся в кристаллических решетках алюмосиликатов - полевых шпатов, слюд, гидрослюд. Общим для всех незасоленных почв является преобладание валового содержания калия над натрием. В почвах аккумулятивных ландшафтов, содержащих легкорастворимые соли, накапливаются преимущественно натриевые, а не калиевые соли.

Количественное определение калия и натрия в настоящее время проводят главным образом методами фотометрии пламени или атомной абсорбции, но они могут быть определены и классическими химическими методами.

Пламенно-фотометрическое определение К и Na

Определение калия и натрия пламеннофотометрическим методом проводится более точно и просто по сравнению с определением других почвенных компонентов благодаря высокой чувствительности метода по отношению к К и Na, а также в связи с возможностью использовать относительно низкотемпературные, а потому более удобные в работе источники пламени - пропан в смеси с воздухом. Однако, прямая

пропорциональность между концентрацией элемента в анализируемом растворе и интенсивностью излучения, регистрируемого прибором, сохраняется лишь в узкой области концентраций.

Техника работы на приборах разных марок существенно различается, поэтому подготовка прибора к работе и непосредственные измерения должны выполняться строго по инструкции, прилагаемой к прибору.

Выполнение определения

Стандартные растворы с концентрацией калия и натрия от 5 до 100 мкг/мл и анализируемые растворы наливают в стеклянные или полиэтиленовые стаканчики.

Пламенный фотометр настраивают на определение одного из элементов и измеряют интенсивность излучения определяемого элемента по шкале прибора сначала в серии стандартных, а затем в испытуемых растворах. Стандартные растворы вводят в распылитель прибора в порядке увеличения концентрации, поэтому распылитель при переходе от одного раствора к другому не промывают. При анализе испытуемых растворов распылитель каждый раз промывают дистиллированной водой. В конце работы проверяют стабильность работы прибора по стандартным растворам.

Затем в такой же последовательности проводят определение второго элемента.

Стандартные растворы должны кроме определяемого элемента содержать другие вещества в количествах, характерных для исследуемых растворов. По результатам измерений стандартных растворов строят калибровочный график, откладывая по оси абсцисс концентрации элементов в растворах (мкг/мл), а по оси ординат - характеристики интенсивности излучения (показания на шкале прибора). По результатам измерений интенсивности излучения и калибровочному графику находят концентрацию определяемого элемента.

Проверку калибровочного графика или его отдельных точек делают тем чаще, чем менее стабильны условия возбуждения пламени (давление воздуха, газа и т.д.), но не реже, чем через каждые 8-10 мин.

Расчитывают содержание калия и натрия по формуле:

$$K(\text{Na}), \% = \frac{c \cdot V \cdot V_0 \cdot 100}{V_{\text{ан}} \cdot m \cdot 10^6}$$

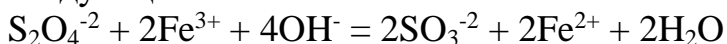
Лабораторная работа №21. Показатели и методы определения группового состава соединений железа. Определение железа несиликатных соединений (8 часов).

При определении группового состава соединений железа, как правило, применяют схему анализа почв, предложенную С.В. Зонном (Железо в почвах, 1982). Эта схема предусматривает оценку содержания железа силикатных и не силикатных соединений. В составе несиликатных соединений железа выделяют окристаллизованные и аморфные, в составе аморфных – минеральные и органические соединения. Для извлечения этих групп соединений железа используют методы Мера-Джексона (1960), Тамма (1934) и Баскомба (1968).

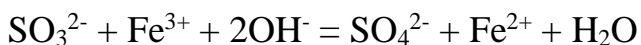
Определение железа несиликатных соединений

Оценивая содержание железа, входящего в состав силикатных соединений, и железа несиликатного, или «свободного», экспериментально определяют количество железа несиликатных соединений. Содержание силикатного железа находят по разности между его валовым содержанием и количеством железа несиликатных соединений. Несиликатные соединения железа в почвах представлены главным образом гидроксидами и оксидами. Железо оксидов и гидроксидов может составлять до 90% от его общего содержания в почвах. Оксиды и гидроксиды могут быть представлены дискретными частицами, пленками на поверхности почвенных минералов, могут находиться в виде материала, цементирующего почвенные частицы.

Сведения о содержании несиликатного, или свободного, железа представляют большой интерес в связи с тем, что оно принимает участие во многих почвенных процессах. Определение несиликатного железа основано на восстановлении трехвалентного железа дитионитом натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) и извлечении двухвалентного железа раствором цитрата натрия. Известно, что соединения двухвалентного железа более растворимы, чем трехвалентного. Чтобы предотвратить разложение дитионита, анализ проводят при pH 6,5-7,0. С этой целью в систему добавляют гидрокарбонат натрия. Восстановление Fe (III) дитионитом в указанных условиях происходит по следующей схеме:



и



Выполнение определения

Навеску воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито с диаметром отверстий 1 мм, массой 1-4 г, помещают в колбочки емкостью 100 мл. В колбу наливают 40 мл 0,3 М раствора лимоннокислого натрия и 5 мл 1 М раствора гидрокарбоната натрия. Содержимое перемешивают круговыми движениями и нагревают на водяной бане до 80°. Затем вносят 1 г сухого порошка дитионитанатрия, непрерывно встряхивают 1 мин, а затем периодически помешивают стеклянной палочкой в течение 15 мин (все это делают на водяной бане, температура при этом должна поддерживаться на уровне 80°). Затем в колбу добавляют 15 - 20 мл насыщенного раствора хлорида натрия (для свертывания и оседания коллоидов). Для почв,

богатых аллофанами, вместе с NaCl добавляют 10 мл ацетона. Содержимое перемешивают и оставляют на водяной бане до образования хлопьевидного осадка. Дают осадку отстояться и через 5 мин содержимое фильтруют через плотный фильтр с синей лентой в мерную колбу 100 мл. Осадок на фильтре дважды промывают горячей смесью 0,3 М раствора лимоннокислого натрия и 1 М раствора бикарбоната натрия, приготовленной в соотношении 8:1 (5 частей) плюс насыщенный раствор хлорида

натрия (1 часть). После промывания осадка объем раствора доводят дometки водой, перемешивают и берут аликвотную часть для определения железа. Для почв богатых несиликатными соединениями железа, обработку почвы повторяют еще 1-2 раза (навеску почвы вместе с фильтром). При этом все порции фильтрата сливают в одну и ту же колбу и железо определяют из одного соединенного раствора.

Для определения железа могут быть использованы методы: спектрофотометрические (атомно-абсорбционные), фотоколориметрические или титриметрические (комплексометрические).

Фотоколориметрический метод определения железа

Сульфосалициловая кислота образует с железом комплексные ионы разной окраски: при pH 2-2,5 – красного цвета, при pH 4-8 – бурого цвета и при pH 8-11,5 – желтого цвета. В кислой среде указанные комплексные ионы образует только окисное железо, в щелочной – окисное и закисное, поскольку в этих условиях Fe^{+2} легко окисляется до Fe^{+3} . Таким образом, аммиачным вариантом сульфосалицилового метода определяют общее содержание железа, т.е. сумму ионов Fe^{+2} , Fe^{+3} .

Аммиачный вариант сульфосалицилового метода основан на образовании внутрикомплексного железосульфосалицилатного иона. Желтая окраска этого комплексного иона отличается настолько большой устойчивостью, что окрашенный раствор трисульфосалицилата железа не изменяет своей окраски в течение месяца и более.

Сульфосалициловый метод позволяет применять все способы колориметрирования. Молярный коэффициент погашения окрашенного раствора трисульфосалицилатного комплекса $\epsilon = 6000$ при длине волны $\lambda = 430$ нм. Закон Бера соблюдается до концентрации 4 мг железа на 1 литр раствора.

Выполнение определения

Тщательно перемешивают фильтрат от кремневой кислоты, берут из него пипеткой 1—25 мл и помещают в мерную колбочку емкостью 100 мл.

Приливают к взятому раствору 5-10 мл 25% раствора сульфосалициловой кислоты. Количество прибавляемой сульфосалициловой кислоты зависит не только от содержания железа, но и от содержания алюминия, кальция и магния, так как часть реактива расходуется на связывание указанных ионов в бесцветные комплексы. Поэтому сульфосалициловую кислоту прибавляют в таком количестве, чтобы после нейтрализации кислоты аммиаком не было помутнения раствора от выпавших гидроокисей.

В колбочку прибавляют 25% раствор аммиака до появления слабого запаха. По мере нейтрализации солянокислого раствора, появившаяся красно-фиолетовая окраска переходит в желтую.

Окрашивание раствора происходит в интервале pH 1-12. В сильно кислой среде pH < 1 окрашенный комплексный ион сульфосалицилата не образуется. При pH > 12 окрашивание тоже не наблюдается. В этом случае выделяется гидроокись $Fe(OH)_3$.

В случае помутнения в раствор вносят еще некоторое количество сульфосалициловой кислоты – до полного просветления раствора, после чего добавляют аммиак до сильного запаха.

Добавляют еще 1 мл 25% раствора аммиака, чтобы реакция была явно щелочной. Избыток аммиака не вредит определению, но аммиак должен быть свободен от CO₂. В противном случае раствор может помутнеть от CaCO₃ и MgCO₃.

Если окраска раствора не чисто желтая, а имеет буроватый оттенок, определение следует повторить с новой порцией анализируемого раствора, в который вносят 0,5-1 г солянокислого гидроксилamina или гидразина, чтобы удержать марганец в растворе, т.е. воспрепятствовать выделению осадка гидрата двуокиси марганца. Такой осадок выделяется спустя некоторое время после окрашивания раствора, поэтому фотоколориметрирование рекомендуется проводить в первые 5-10 мин после прибавления всех реактивов.

Доводят раствор в колбе дистиллированной водой до метки, перемешивают и проводят колориметрическое определение.

$C \cdot 100$

$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{-----}$

$г \cdot 1000$

Где С – концентрация раствора,

г – навеска почвы, соответствующая аликвоте.

Занятия 2. Гранулометрический состав почв. Практическая работа (работа с табличными материалами гранулометрического состава разных типов почв). На занятие предлагаются индивидуальные для каждого студента табличные данные гранулометрического состава разных почв, например:

86. Механический состав солонца каштанового лугово-степного мелко столбчатого (Прикаспийская низменность)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потери при обработке, %	Размер механических элементов (мм) и их содержание, %						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,001	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
А 0-5	0,98	Нет	15,48	40,92	5,04	14,96	24,58	44,58
В ₁ 5-10	13,1	»	9,38	27,72	7,00	7,44	35,36	49,80
В ₂ 20-30	20,0	»	2,20	27,00	5,72	7,00	38,08	50,80
В _к 40-50	29,8	»	1,20	26,40	8,84	5,72	28,04	46,60
ВС 80-90	31,3	»	1,02	27,96	6,32	6,28	27,12	39,72
С ₁ 130-140	24,0	»	2,34	28,60	7,00	3,76	29,32	45,08
С ₂ 190-200	24,2	»	2,00	29,10	8,00	7,32	24,40	44,72

Используя нижележащую таблицу назвать почву по гранулометрическому составу пользуясь классификацией Качинского.

2. Дать детальную характеристику гранулометрического состава почвы по классификации Качинского.
3. Начертить профильную диаграмму распределения гранулометрических фракций.

Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм), %			Краткое название почвы по гранулометрическому составу
Почвы подзолистого типа почвообразования	Почвы степного типа почвообразования	Солонцы и сильносолонцеватые почвы	
0-5	0-5	0-5	Песок рыхлый
5-10	5-10	5-10	» связный
10-20	10-20	10-15	Супесь
20-30	20-30	15-20	Суглинок легкий
30-40	30-45	20-30	» средний
40-50	45-60	30-40	» тяжелый
50-65	60-75	40-50	Глина легкая
65-80	75-85	50-65	» средняя
> 80	> 85	> 65	» тяжелая

Основное название	Содержание физической глины, %	Название дополнительное	Преобладающие фракции, мм
Глины тяжелые	> 80	Иловатые	< 0,001
» средние и легкие	60-80	Пылеватые	0,01—0,001
Суглинки тяжелые	40—60	Иловатые	< 0,001
» средние	30—40	Пылеватые	0,01—0,001
» легкие	20—30	Круннопылеватые	0,05—0,001
Пески	0-10	Иловатые	< 0,001
		Пылеватые	0,01 -0,001
		Круннопылеватые	0,05—0,01
		Пылеватые	< 0,001
		Круннопылеватые	0,05—0,01
		Пылеватые	0,01 -0,001
		Круннопылеватые	0,05—0,01
		Песчаные	>0,05
		Круннопылеватые	0,05—0,01
		Рыхлые	>0,05
		Круннопылеватые	0,05- 0,01

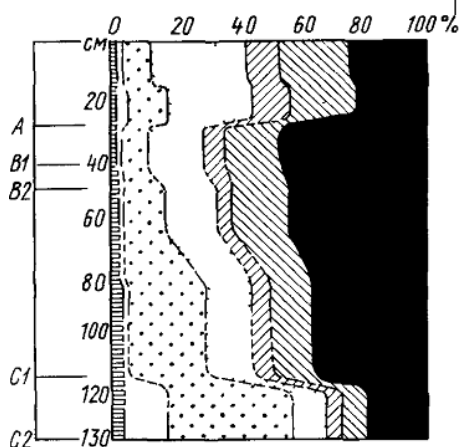


Рис 9 Выражение результатов гранулометрического состава почвы с помощью профильной диаграммы (А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина, 1973) слева направо потеря от обработки НС1 фракции песка среднего и мелкого, пыли крупной, средней и мелкой, ила

Занятие 3. Химический состав минеральной части почв. Практическая работа (работа с табличными материалами химического элементного состава минеральной части почв разных типов почв). На занятие предлагаются индивидуальные для каждого студента табличные данные химического элементного состава разных почв, например:

Таблица 14. Валовой состав гранулометрических фракций песчаного подзола севера Русской равнины, % на прокаленную почву (В. Д. Тоиконогов, 1971)

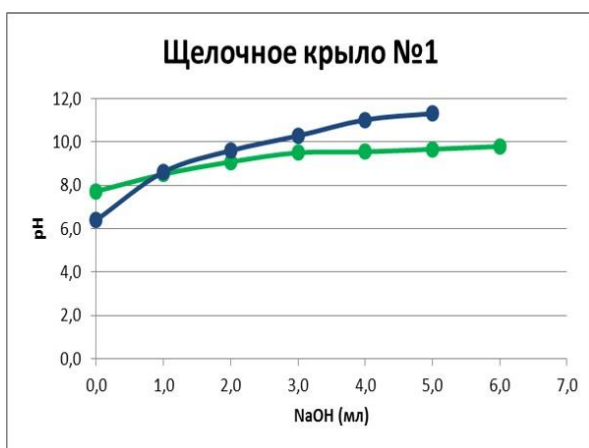
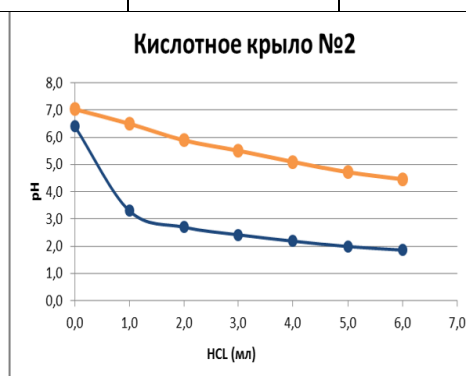
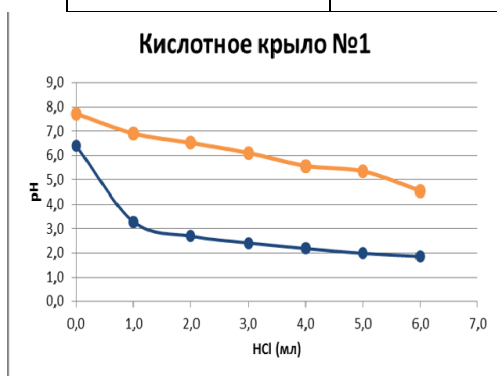
Размер фракций, мм	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O
1—0,25	2—10	96,87	1,66	0,25	0,00	0,48
	20—30	93,79	3,54	0,49	0,00	0,83
	170—180	94,63	3,12	0,39	0,20	0,71
0,25-0,1	2—10	92,95	4,68	0,39	0,00	1,25
	20—30	88,88	6,57	0,68	0,00	1,55
	170—180	89,58	6,99	0,59	0,00	1,83
0,1—0,01	2—10	87,66	7,90	1,18	0,00	1,54
	20—30	88,86	6,43	0,88	0,40	1,95
	170—180	83,48	10,62	1,58	0,10	2,10
0,01-0,001	2—10	74,13	17,58	1,43	0,10	3,41
	20—30	58,46	26,80	9,13	1,59	1,69
	170—180	63,77	22,45	7,33	2,20	1,92
< 0,001	2—10	61,33	27,42	3,46	0,52	3,56
	20—30	47,57	33,40	13,11	1,72	1,61
	170—180	50,79	28,95	12,54	2,52	2,57

1. Сравнить химический состав различных гранулометрических фракций.
2. Проследить изменение химического состава по профилю различных типов почв.

Занятия 11. Кислотно-основные свойства почв, буферные свойства почв. Практическая работа (работа с табличными материалами). На занятие предлагаются индивидуальные для каждого студента табличные и графические данные буферности и физико-химических свойств разных почв, например:

Горизонт	Глубина, см	pH		Гидролитическая кислотность
Подбуры (арктическая тундра)				
A0A1	3-10	3,8	2,8	44,6
B1h	15-20	4,2	3,2	28,2
B2h	25-30	4,2	3,3	9,3
BCh	40-45	4,7	3,5	7,4
Дерново-подзолистая (Московская область)				
Апах.	0-21	6,4	5,0	3,9
A2	28-38	6,0	4,9	2,8
B	68-78	5,9	4,8	4,2

С	140-150	6,1	5,4	0,9
Чернозем типичный (Тамбовская область)				
А	0-10	6,8	6,0	4,5
	40-50	7,0	6,1	1,5
	60-70	7,4	6,3	0,7
	80-90	8,3	7,1	нет
Вк	100-110	8,3	7,0	нет
Вск	120-130	8,5	7,4	нет



1. Используя табличные материалы оценить кислотно-основные свойства почв. Оценить степень кислотности (щелочности почв).
2. Используя графический материал (кривые потенциометрического титрования) оценить кислотно – основную буферную способность почв.

Задания для самостоятельной работы

Требования: Перед каждой практической работой обучающемуся необходимо повторить теоретический материал по теме практической работы, используя

лекции, литературные и интернет источники, рекомендуемые в перечне основной и дополнительной литературы. Подготовить доклад-презентацию. Подготовиться к обсуждению, дискуссии по теме доклада.

Самостоятельная работа №1. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Минералогический состав почв.

Требования:

1. Знать основные группы первичных минералов, наследуемых почвами от почвообразующих пород и свойства почв, обусловленные их присутствием.
2. Знать основные группы вторичных минералов и предполагаемые пути их образования.
3. Знать роль глинистых минералов в формировании химических свойств почв.

Самостоятельная работа №2. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Физические и физико-механические свойства почв

Требования:

1. Знать физико-механические свойства почвы и их зависимость от состава почвы.
2. Знать влияние физико-механических свойств на агрономическую оценку почв.

Самостоятельная работа №3. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвенная вода, водные свойства и водный режим почв

- Требования:
1. Знать категории почвенной влаги и ее свойства. Доступность почвенной влаги растениям.
 2. Знать предпосылки формирования водного режима почв и его влияние на процессы почвообразования.

Самостоятельная работа №4. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвенный воздух и воздушный режим почв.

Требования:

1. Знать состав свободного почвенного воздуха.
2. Ориентироваться в процессах газообмена почвенного воздуха с атмосферным.
3. Хорошо ориентироваться в вопросах касающихся дыхания почв.

Самостоятельная работа №5. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Тепловые свойства и тепловой режим почв.

Требования:

1. Знать источники поступления тепла в почву. Тепловые свойства почвы.
2. Знать радиационный и тепловой баланс почвы. Типы теплового (температурного) режима почв. Регулирование теплового режима.

Самостоятельная работа №6. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Органическое вещество почв.

Требования:

1. Знать источники почвенного гумуса, роль живых организмов в процессах

разложения органического вещества.

2. Знать процессы образования специфических органических веществ в почве (гумусообразование). Гипотезы гумусообразования Душафура, Кононовой, Александровой, Орлова.
3. Знать состав органического вещества почв специфической природы (гумусовые кислоты, их строение, химический состав и свойства).
4. Знать процессы образования органоминеральных соединений в почвах и их роль в процессах почвообразования.

Самостоятельная работа №7.

Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Поглотительная способность почв.

Требования:

1. Знать виды поглотительной способности почв, строение и заряд почвенных коллоидов, сорбционные процессы в почвах.
2. Уметь объяснить экологическое значение поглотительной способности.

Самостоятельная работа №8. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Кислотность почв. Щелочность почв.

Требования:

1. Знать виды почвенной кислотности (актуальная, потенциальная).
2. Знать роль алюминия в образовании обменной кислотности. две гипотезы происхождения обменной кислотности почв.
3. Уметь рассчитать норму извести для устранения кислотности почв.
4. Знать причины формирования щелочных свойств содово-засоленных почв.
5. Уметь рассчитать нормы гипса для устранения щелочности - замещение обменного натрия на кальций (гипсование почв).

Самостоятельная работа №9. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Изучение почвенного раствора. Окислительно-восстановительные процессы в почве.

Требования:

1. Знать методы выделения и изучения почвенного раствора, химический состав и концентрацию почвенного раствора.
2. Знать окислительно-восстановительные процессы в почвах, понимать взаимосвязь окислительно-восстановительного потенциала с рН почвенного раствора.
3. Знать типы окислительно-восстановительных режимов. Взаимосвязь гидрологического и окислительно-восстановительного режимов почв.

Самостоятельная работа №10. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Плодородие почв.

Требования:

1. Знать категории почвенного плодородия (естественное или природное, эффективное или искусственное, понятие экономическое плодородие).
2. Знать относительный характер плодородия почв, а также факторы,

лимитирующие почвенное плодородие.

Самостоятельная работа №11. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвообразовательные процессы. Элементарные почвообразовательные процессы.

Требования:

1. Знать основные группы элементарных почвенных процессов (биогенно-аккумулятивные ЭПП, гидрогенно-аккумулятивные ЭПП, метаморфические ЭПП, элювиальные ЭПП, иллювиально-аккумулятивные ЭПП, педотурбационные ЭПП, деструктивные ЭПП).

2. Ориентироваться и уметь определить тип почвообразования при сочетании нескольких ЭПП в профиле одной почвы.

Самостоятельная работа №12. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Систематика почв. Принципы систематики почв.

Номенклатура почв. Принцип зональности почв в русской школе почвоведения

Требования:

1. Знать принципиальные отличия русской и зарубежных школ номенклатуры почв.

2. Знать принципы построения классификации почв.

3. Уметь оценить достоинства и недостатки классификации почв России 1977 года.

4. Уметь оценить современную классификацию почв РФ, принципы ее построения, ее несовершенство или недоработанность.

Самостоятельная работа №13. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвы арктической зоны. Условия почвообразования и почвы тундровой зоны.

Требования:

1. Знать условия образования криогенных почв (климат, растительность, гидрологический режим, почвообразующие породы и рельеф).

2. Указать принципиальные отличия в выделении разнообразия почв арктической и тундровой зоны в классификации 1977 и 2004 гг.

3. Знать почвообразовательные процессы (*криогенный массо- и влагообмен, надмерзлотная аккумуляция гумуса и железа, оглеение, образование кислого грубого органического вещества и потечного подвижного гумуса, (a1—fe-гумусовый процесс)*), формирующие почвы.

Самостоятельная работа №14. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвы таежно-лесной зоны.

Требования:

1. Знать условия почвообразования в подзоне северной, средней и южной тайги.

2. Знать почвенный покров подзоны северной тайги, основные процессы, под.

2. Знать аналоги подзолистых почв в современной классификации 2004 года. Отдел текстурно-метаморфических почв.

3. Сделать подборку материалов по подбелам юга Дальнего Востока. Осветить дискуссионный характер их генезиса.

4. Знать свойства и процессы формирования зональных почв хвойно-широколиственных лесов юга ДВ. Определиться с аналогами в классификации 2004 года. Отдел структурно-метаморфических почв.

Самостоятельная работа №15. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Черноземные почвы лесостепной и степной зон.

Требования:

1. Знать экологию черноземообразования. Генезис черноземов. Основные ЭПП.

2. Знать классификацию черноземов. Черноземы в классификации 2004 года - отдел аккумулятивно-гумусовых почв.

3. Ориентироваться в разнообразии черноземов по характеру карбонатного профиля.

Самостоятельная работа №16. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвы зоны сухих степей и пустынь.

Требования: 1. Знать условия почвообразования (климат, рельеф и почвообразующие породы, растительность).

2. Знать генезис каштановых почв, гипотезы происхождения Докучаева, Сибирцева.

3. Провести сравнительный анализ диагностики каштановых почв в классификации 1977 и 2004 гг.

4. Знать условия образования засоленных почв: солончаков, солонцов, солодей.

5. Знать классификацию и диагностику солончаков по классификации 1977 года и классификации 2004 года –отдел галоморфных почв.

Самостоятельная работа №17. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Ствол синлитогенного почвообразования. Отдел - аллювиальные почвы.

Требования: 1. Знать условия почвообразования пойменных почв.

3. Знать особенности почвообразования. Систематику аллювиальных почв.

Самостоятельная работа №18. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Отдел вулканические почвы. Отдел стратоземы. Требования:

1. Знать особенности почвообразования на пирокластических породах.

2. Знать особенности вулканических почв.

3. Знать систематику вулканических почв (охристые, перегнойно-охристые, охристо-подзолистые).

4. Знать условия при которых идет формирование стратоземов.

5. Уметь провести разделение на типы по характеру стратифицированных горизонтов.

Самостоятельная работа №19. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Ствол органогенного почвообразования. Отдел торфяные почвы. Отдел торфоземы их систематика.

Требования:

1. Знать признаки зональности и азональности. Особенности почвообразования болотных почв.
2. Знать систематику торфяных почв.
3. Знать сельскохозяйственное использование торфяных почв и торфа.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2-5 недели 3 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам	3 часа	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3

		семинарских занятий		
2	6 неделя 3 семестра	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа 1, ПР-2
3	7-10 недели 3 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	3 часов	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
4	11 неделя 3 семестра	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа 2, ПР-2
5	12-15 недели 3 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	3 часа	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
6	16 неделя 3 семестра	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа 3, ПР-2
7	17-18 недели 3 семестра	Подготовка к экзамену	20 часов	Экзамен
8	1-3 недели 4 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	2 часов	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
9	4 неделя 4 семестра	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа 4, ПР-2
10	5-6 недели 4 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	6 часов	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
11	7 неделя 4 семестра	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа 5, ПР-2
12	8-9 недели 4 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	3 часа	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
13	10 неделя 4 семестра	Подготовка к контрольной работе	3 часа	Контрольная работа 6, ПР-2
14	11-12 недели 4 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	6 часов	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3

15	13 неделя 4 семестра	Подготовка к контрольной работе	4 часа	Контрольная работа 7, ПР-2
16	14-15 недели 4 семестра	Подготовка к семинарским занятиям, изучение литературы, подготовка доклада - презентации по темам семинарских занятий	3 часа	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
17	16 неделя 4 семестра	Подготовка к контрольной работе	5 часов	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
18	17 неделя 4 семестра	Подготовка к контрольной работе	5 часов	Выступление с докладом-презентацией на семинарских занятиях УО-3
19	18 неделя 4 семестра	Подготовка к зачету	6 часов	экзамен
Итого:			87 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или

какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для

самостоятельной работы и критерии оценки.

Самостоятельная работа №1. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Минералогический состав почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать основные группы первичных минералов, наследуемых почвами от почвообразующих пород и свойства почв, обусловленные их присутствием.

2. Знать основные группы вторичных минералов и предполагаемые пути их образования. Знать роль глинистых минералов в формировании химических свойств почв.

Самостоятельная работа №2. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Физические и физико-механические свойства почв

От обучающегося требуется: 1. Знать физико-механические свойства почвы и их зависимость от состава почвы.

4. Знать влияние физико-механических свойств на агрономическую оценку почв.

Самостоятельная работа №3. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Почвенная вода, водные свойства и

водный режим почв От обучающегося требуется: 1. Знать категории почвенной влаги и ее свойства. Доступность почвенной влаги растениям.

5. Знать предпосылки формирования водного режима почв и его влияние на процессы почвообразования.

Самостоятельная работа №4. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: . Почвенный воздух и воздушный режим почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать состав свободного почвенного воздуха.

2. Ориентироваться в процессах газообмена почвенного воздуха с атмосферным.

3. Хорошо ориентироваться в вопросах касающихся дыхания почв.

Самостоятельная работа №5. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Тепловые свойства и тепловой режим почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать источники поступления тепла в почву. Тепловые свойства почвы.

4. Знать радиационный и тепловой баланс почвы. Типы теплового (температурного) режима почв. Регулирование теплового режима.

Самостоятельная работа №6. Подготовка материалов для доклада-презентации по теме: Органическое вещество почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать источники почвенного гумуса, роль живых организмов в процессах разложения органического вещества.

2. Знать процессы образования специфических органических веществ в почве

(гумусообразование). Гипотезы гумусообразования Душафура, Кононовой, Александровой, Орлова.

3. Знать состав органического вещества почв специфической природы (гумусовые кислоты, их строение, химический состав и свойства).

4. Знать процессы образования органоминеральных соединений в почвах и их роль в процессах почвообразования.

Самостоятельная работа №7. Подготовка материалов для доклада- презентации по теме: Поглотительная способность почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать виды поглотительной способности почв, строение и заряд почвенных коллоидов, сорбционные процессы в почвах.

2. Уметь объяснить экологическое значение поглотительной способности.

Самостоятельная работа №8. Подготовка материалов для доклада- презентации по теме: Кислотность почв. Щелочность почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать виды почвенной кислотности (актуальная, потенциальная).

2. Знать роль алюминия в образовании обменной кислотности. две гипотезы происхождения обменной кислотности почв.

3. Уметь рассчитать норму извести для устранения кислотности почв.

4. Знать причины формирования щелочных свойств содово-засоленных почв.

5. Уметь рассчитать нормы гипса для устранения щелочности - замещение обменного натрия на кальций (гипсование почв).

Самостоятельная работа №9. Подготовка материалов для доклада- презентации по теме: Изучение почвенного раствора. Окислительно- восстановительные процессы в почве.

От обучающегося требуется: 1. Знать методы выделения и изучения почвенного раствора, химический состав и концентрацию почвенного раствора.

2. Знать окислительно-восстановительные процессы в почвах, понимать взаимосвязь окислительно-восстановительного потенциала с рН почвенного раствора.

3. Знать типы окислительно-восстановительных режимов. Взаимосвязь гидрологического и окислительно-восстановительного режимов почв.

Самостоятельная работа №10. Подготовка материалов для доклада- презентации по теме: Плодородие почв.

От обучающегося требуется: 1. Знать категории почвенного плодородия (естественное или природное, эффективное или искусственное, понятие экономическое плодородие).

2. Знать относительный характер плодородия почв, а также факторы, лимитирующие почвенное плодородие.

Самостоятельная работа №11. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Почвообразовательные процессы. Элементарные почвообразовательные процессы.

От обучающегося требуется: 1. Знать основные группы элементарных почвенных процессов (биогеохимические ЭПП, гидрогеохимические ЭПП, метаморфические ЭПП, элювиальные ЭПП, иллювиально-аккумулятивные ЭПП, педотурбационные ЭПП, деструктивные ЭПП).

2. Ориентироваться и уметь определить тип почвообразования при сочетании нескольких ЭПП в профиле одной почвы.

Самостоятельная работа №12. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме:

Систематика почв. Принципы систематики почв.

Номенклатура почв. Принцип зональности почв в русской школе почвоведения. При этом осветить в докладе принципиальные отличия русской и зарубежных школ номенклатуры почв. Оценить достоинства и недостатки классификации почв России 1977 и 2004 гг.

Самостоятельная работа №13. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Почвы арктической зоны. Условия почвообразования и почвы тундровой зоны. При подготовке уделить больше внимания на условия образования криогенных почв (климат, растительность, гидрологический режим, почвообразующие породы и рельеф). Указать принципиальные отличия в выделении разнообразия почв арктической и тундровой зоны в классификации 1977 и 2004 гг.

Самостоятельная работа №14. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Почвы таежно-лесной зоны. При этом обратить внимание на условия почвообразования в подзоне северной, средней и южной тайги. Привести аналоги подзолистых почв в современной классификации 2004 года. Сделать подборку материалов по подбелам юга Дальнего Востока. Осветить дискуссионный характер их генезиса. Иметь полное представление о свойствах и процессах формирования зональных почв хвойно-широколиственных лесов юга ДВ. Определиться с аналогами в классификации 2004 года.

Самостоятельная работа №15. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Черноземные почвы лесостепной и степной зон. Особо обратить внимание на экологию черноземообразования и генезис черноземов, освещенных в новой классификации (2004г) почв.

Самостоятельная работа №16. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-

презентации по теме: Почвы зоны сухих степей и пустынь. При этом особо обратить внимание на условия почвообразования (климат, рельеф и почвообразующие породы, растительность). Осветить гипотезы происхождения каштановых почв Докучаева, Сибирцева. Провести сравнительный анализ диагностики каштановых почв в классификации 1977 и 2004 гг. Ориентироваться в условиях образования засоленных почв: солончаков, солонцов, солодей.

Самостоятельная работа №17. От обучающегося требуется используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Ствол синлитогенного почвообразования. Отдел - аллювиальные почвы.

Самостоятельная работа №18. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Отдел вулканические почвы. Отдел стратоземы. Дополнительно по материалам монографии И.А. Соколова подготовить доклад-презентацию по вулканическим почвам п-ва Камчатка.

Самостоятельная работа №19. От обучающегося требуется, используя, приведенную в списках обязательную и дополнительную литературу, а также интернет-ресурсы собрать необходимые материалы для подготовки доклада-презентации по теме: Ствол органогенного почвообразования. Отдел торфяные почвы. Отдел торфоземы их систематика. При подготовке доклада-презентации обратить внимание на использование торфяных почв в сельском хозяйстве.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Раздел I. Химия твердой фазы	ПК- 1.1 выбирает основные методы мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной	Знает: основные методы мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной нагрузки.	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	вопросы к экзамену

		нагрузки с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока с целью сохранения плодородия почв	Умеет: оценить антропогенную нагрузку с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока.	Контрольные работы	
			Владеет: основными методами мониторинга объектов окружающей среды и оценки антропогенной нагрузки с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока.	Коллоквиум. Отчет по лабораторной работе.	
2.		ПК-1.2 использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских работ при мониторинге объектов окружающей среды	Знает: перечень современного оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды.	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	
	Раздел II. Химия жидкой фазы. Почвенные растворы.	использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских работ при мониторинге объектов окружающей среды	Умеет: использовать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды.	Коллоквиум. Отчет по лабораторной работе	вопросы к экзамену
			Владеет: навыками для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при мониторинге объектов окружающей среды	Контрольные работы	
3.	Раздел III. Химия межфазовых взаимодействий.	ПК-1.3 оценивает состояние объектов окружающей среды и виды антропогенной нагрузки по результатам мониторинговых исследований, с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока и современной нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды с целью сохранения плодородия почв	Знает: виды антропогенной нагрузки, влияющей на биоразнообразие и плодородие почв	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	вопросы к экзамену
			Умеет: оценивать состояние объектов окружающей среды и виды антропогенной нагрузки по результатам мониторинговых исследований	Контрольные работы	
			Владеет: методикой оценки состояния объектов окружающей среды по результатам мониторинговых исследований, с учетом природно-климатических особенностей Дальнего	Коллоквиум. Отчет по лабораторной работе	

			Востока и современной нормативно-правовой базы		
4.	Раздел I. Химия твердой фазы	ПК- 5.1 Формулирует цель и задачи научных исследований	Знает: цель и задачи научных исследований.	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	
			Умеет: сформулировать цель и задачи научных исследований.	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	
			Владеет: навыками для формулирования цели и задач научных исследований	Коллоквиум. Отчет по лабораторной работе	
5.	Раздел II. Химия жидкой фазы. Почвенные растворы.	ПК-5.2 Решает задачи научных исследований с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий	Знает: возможности использования современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий	Контрольные работы	
			Умеет: использовать современную аппаратуру, оборудование, информационные технологии	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	
			Владеет: навыками использования современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	
6.	Раздел III. Химия межфазовых взаимодействий.	ПК-5.3 оценивает биогеохимические циклы с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для решения конкретных задач научных исследований.	Знает: принципы работы биогеохимических циклов.	Коллоквиум. Отчет по лабораторной работе	
			Умеет: оценивать взаимосвязи внутри биогеохимических циклов с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий для решения конкретных задач научных исследований	Устный опрос (допуск к лабораторным работам) (УО-1), выполнение лабораторных работ.	
			Владеет: навыками необходимыми для оценки компонентов биогеохимических циклов с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий	Коллоквиум. Отчет по лабораторной работе	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Другов Ю.С., Анализ загрязненной почвы и опасных отходов [Электронный ресурс] / Другов Ю.С. - М. : БИНОМ, 2013. - 469 с. - ISBN 978-5-9963-2271-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322718.html>
2. Мамонтов В.Г., Гладков А.А. . Практикум по химии почв: Учебное пособие М.:Форум, 2015. - 272 с.: <http://znanium.com/catalog/product/475296>.
3. Федоров А.А., Методы химического анализа объектов природной среды [Электронный ресурс] /А. А. Федоров, Г. З. Казиев, Г. Д. Казакова. - М. : Колос , 2013. - 118 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - ISBN 978-5-9532-0288-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953202886.html>
4. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. Химические методы анализа. Кн.1, Кн 2. Москва.: Колос, 2013.- <http://www.studentlibrary.ru>.
5. Муха В.Д., Муха Д.В., Ачкасов А.Л. Практикум по агрохимическому почвоведению: Учебное пособие.- 2-ое изд., переработанное.- СПб.: Издательство «Лань». 2013.- 480с. [http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=%D0%9C%D1%83%D1%85%D0%B0+%D0%92.%D0%94.,+%D0%9C%D1%83%D1%85%D0%B0+%D0%94.%D0%92.,+%D0%90%D1%87%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2+%D0%90.%D0%9B.&the me=FEFU\(доступно 5 экз.\)](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=%D0%9C%D1%83%D1%85%D0%B0+%D0%92.%D0%94.,+%D0%9C%D1%83%D1%85%D0%B0+%D0%94.%D0%92.,+%D0%90%D1%87%D0%BA%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2+%D0%90.%D0%9B.&the me=FEFU(доступно 5 экз.))
6. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. - М. : Колос, 2013. -456 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953201451.html>

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основнаябуферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Изд-во МГУ, 2007.- 95 с. http://www.pochva.com/?content=3&book_id=10!

2. Трофимов С.Я., Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Минеральные компоненты почв. Изд-во МГУ, 2007.-103 с. http://www.pochva.com/?content=3&book_id=04!
3. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен. учебное пособие по некоторым главам химии почв. Издательство: Гриф и К, 2009.- 174с. http://www.pochva.com/?content=3&book_id=04!
- 4.Ионный обмен и адсорбция в почвах. Учебное пособие. Изд-во МГУ, 2008, 97 с. http://www.pochva.com/?content=3&book_id=04!

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.springer.com/librarians/library+partners/russian+library+of+science?SGWID=0-40748-0-0-0>.
2. <http://www.tandfonline.com/doi/book/10.1081/E-ESS>.
3. <http://soils.narod.ru/popul/slide.html>.
4. <http://www.universitybooks.ru/>.
5. <http://www.pochva.com/>.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>

Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restrictio_n=

Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий, т.е. является самостоятельной работой студентов (СРС).

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки бакалавров. Под СРС понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. При этом студент должен понимать, что без интереса к изучаемому предмету освоить его трудно.

1. Подготовка к лабораторной работе осуществляется посредством ознакомления с заданием, предоставляемым преподавателем.
2. Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа предусматривает письменные ответы на вопросы, касающиеся определенного раздела курса или темы. К выполнению (написанию) контрольной работы следует приступать только тогда, когда, будет усвоен определенный раздел курса или темы. Подготовка к контрольной работе осуществляется по предложенным вопросам, касающихся определенной темы.
3. Для получения допуска к экзамену студент должен выполнить все лабораторные работы, сдать по ним отчеты, и подтвердить в ходе текущего контроля теоретические знания по предмету.
4. При подготовке к экзамену необходимо иметь конспекты лекций, в которых систематизированы все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также учебник или учебное пособие. Для более глубокого, детального изучения отдельных тем рекомендуется использовать источники из дополнительного списка литературы, которые являются монографическими работами или научными статьями, узконаправленными в отдельных отраслях исследований.
5. Рекомендации по работе с учебником. Чтобы, лучше усвоить изучаемый материал нужно конспектировать основные положения, понятия, расшифровывать незнакомые термины и названия. Если материал поддается систематизации, составляются графики, рисунки, диаграммы, таблицы – они очень облегчают запоминание. Уменьшают объем конспектируемого материала. Необходимо приобрести навыки конспектирования – краткий конспект помогает при повторении материала в период подготовки к экзамену. Изучать учебный курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе (расположение материала курса в программе не всегда совпадает с расположением его в учебнике). Каждый из разделов является отдельным этапом в изучении курса. Чаще следует обращать внимание к предметному указателю в конце учебников. Пока тот или иной раздел не усвоен, не следует переходить к следующему, так как зачастую материал последующего раздела связан с материалом предыдущего и будет труден для понимания и усвоения.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L749 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение укомплектовано специализированной учебной	

<p>Ауд. L857 Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий групповых и индивидуальных.</p>	<p>мебелью (посадочных мест – 14) Оборудование: Доска аудиторная. Мульти медиа проектор «Сапуо» Ноутбук «Samsung» Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий групповых и индивидуальных. Помещение укомплектовано специализированной лабораторной мебелью (рабочих мест – 15) Оборудование: Весы лабораторные электронные тип MW. Весы лабораторные электронные аналитические AW Series. Спектрофотометр КФК -3М. АНИОН-7000 pH – метр лабораторный переносной. Комбинированная мембранная установка серии УВОИ –«М-Ф». Электроды сопротивления камерная лабораторная СНОЛ 10/11-В. Сушильный шкаф ШСП-0,25-100С. Орбитальный мульти-шейкер MultiPSU-20 Химическая посуда: стеклянная фарфоровая.</p>	
--	--	--

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Химия почв» используются следующие оценочные средства:

Письменные работы:

1. Контрольные работы ПР-2
2. Отчеты по лабораторным работам

Устные работы:

1. Коллоквиумы

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Контрольная работа ПР-2 - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу

Устные работы

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химия почв» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамены (5-й и 6-й семестры). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов носит теоретический характер. Он направлен на раскрытие студентом теоретических знаний по проблемам биогеохимии. Второй вопрос касается прикладных аспектов, направленных на использование фундаментальных знаний науки в развитии человеческого общества не приносящего вреда окружающей среде.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т. п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 40 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или

заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются к экзамену с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносится только запись «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», запись «не удовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Первичные силикаты почв; структура, состав, изоморфные замещения.
2. Выветривание первичных силикатов; гидратация, гидролиз, окислительно-восстановительные реакции.
3. Минералы – простые соли. Закономерности распределения в почвах.
4. Минералы окислы и гидроокислы кремния и алюминия.
5. Окислы и гидроокислы железа.
6. Аллюмосиликаты; группа каолинита – структура, состав, свойства.
7. Аллюмосиликаты; группа монтмориллонита – структура, состав, свойства.
8. Аллюмосиликаты; гидрослюды, хлориты, вермикулиты, смешаннослойные минералы – структура, состав, свойства.
9. Каталитическая роль глинистых минералов.
10. Химический элементный состав почв.
11. Геохимия кремния.
12. Геохимия алюминия.
13. Геохимия железа.
14. Марганец в почвах с переменным окислительно-восстановительным режимом.
15. Геохимия щелочных и щелочноземельных элементов (калий и натрий, кальций и магний).
16. Соединения серы в почвах.
17. Соединения азота в почвах, круговорот азота.
18. Минеральные соединения углерода, их роль в актуальной кислотности.
19. Экология почв. Тяжелые металлы как загрязнители почв.
20. Экология почв. Радиоактивное загрязнение почв.
21. Микроэлементы (медь, цинк, молибден, кобальт) их роль в жизнедеятельности растений.
22. Органическое вещество неспецифической природы, углеводы.
23. Органическое вещество неспецифической природы, ароматические соединения (лигнин).
24. Органическое вещество почв специфической природы, гуминовые кислоты, строение, состав, свойства.
25. Органическое вещество почв специфической природы, фульвокислоты, гумин – строение, состав, свойства.
26. Гумусное состояние почв.

27. Гумификация растительных остатков по Дюшафуру (биологическая, абиологическая) – на примере лигнина и целлюлозы.
28. Схема процесса гумификации по Кононовой и Александровой.
29. Органо – минеральные соединения в почвах, их роль в процессах почвообразования.
30. Поглотительная способность почв. Электрохимические свойства почвенных коллоидов.
31. Поглотительная способность почв, адсорбционные свойства почвенных коллоидов.
32. Адсорбция физико-химическая, поглощение катионов.
33. Адсорбция физико-химическая, поглощение анионов.
34. Почвенная кислотность, актуальная кислотность.
35. Обменная кислотность почв, гипотезы ее возникновения.
36. Гидролитическая кислотность почв, методы ее устранения.
37. Щелочность почв, методы ее устранения.
38. Почвенные растворы, энергетические характеристики реальных растворов.
39. Буферная способность почв, кислотно-основные буферные системы почв.
40. Буферная способность почв по отношению к загрязняющим веществам.
41. Окислительно-восстановительный потенциал и режимы почв.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«хорошо»	допущены 2-3 несущественные ошибки, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.
«удовлетворительно»	Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.
«неудовлетворительно»	Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (контрольных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Темы контрольных работ.

Контрольная работа №1

Тема. «Состав, свойства минеральных компонентов почвы»

1. Какие минералы составляют скелет почвы?
2. Почему минералы называют породообразующими?
3. Что лежит в основе образования силикатов?
4. Что такое изоморфные замещения к чему они приводят?
5. Ионный радиус какого элемента близок к ионному радиусу гексагональных пустот?
6. Выветривание силикатов, реакция гидролиза.
7. При каких условиях образуются латеритные коры выветривания?
8. В каких условиях происходит накопление легкорастворимых солей, очередность их аккумуляции.
9. В каких почвах обнаруживаются первые зональные аккумуляции солей?
10. Структурная ячейка гидроаргеллита.
11. Какой минерал присутствует в бокситовых рудах?
12. В каких почвах образуются аллофаны?
13. Почему каолинит не набухает?
14. Симметрична ли структурная ячейка у монтмориллонита?
15. Чем почвенные хлориты отличаются от первичных хлоритов?

Контрольная работа №2

Тема. «Состав, свойства органических компонентов почвы»

1. Группы веществ входящие в состав гумуса.
2. Аминокислоты могут быть компонентом почвенного гумуса или это компонент живой природы, если да, то какие свойства они несут?
3. К какой группе неспецифических соединений относится лигнин?
4. Назовите функциональные группы, входящие в состав гумуса, какие из них наиболее реакционноспособны?
5. Деление гуминовых кислот по элементному составу, что положено в основу этого деления?

6. Какова структура гуминовой кислоты по представлению Комисарова, Логинова и Орлова?

7. Химические свойства гуминовых кислот, способность образовывать соли.

8. Сходства и различия между гуминовыми и фульвокислотами.

9. Что представляет собой гумин и почему он плохо изучен?

10. Какие соли гуминовых кислот называются псевдорастворимыми и их роль в процессах почвообразования.

11. Какие формы химических связей формируют глино-гумусовые адсорбционные комплексы?

Контрольная работа №3

1. **Тема. «Элементный химический состав почв»**

2. Понятие педоморфные химические элементы.

3. Понятие тяжелые металлы, какие химические элементы входят в эту группу.

4. Какие факторы влияют на растворимость кремния.

5. Формы нахождения железа в почвах

6. Какие почвенные условия влияют на растворимость марганца.

7. Физиологическая роль молибдена.

8. Радиоактивность почв природная и антропогенная

Контрольная работа №4

Тема. «Показатели и способы оценки катионообменных свойств почвы»

1. Назовите виды поглотительной способности почв по Гедройцу.

2. Какие заряды преимущественно несут почвенные коллоиды?

3. Какой фактор влияет на заряд у коллоидов-амфолитоидов?

4. С чем связана способность почв к ионному обмену – катионному и анионному.

5. Стадии обмена катионов по Иванову.

6. Что характеризует величина емкости катионного обмена почв?

7. Какие обменные катионы почвоведы рассматривают в качестве обменных катионов, а какие в качестве обменных оснований?

8. Какие катионы обуславливают обменную кислотность почв?

9. Что определяет щелочность почв?

10. Контрольная работа №5

Тема. «Почвенные растворы»

1. Что такое почвенные растворы?

2. В каких единицах выражают концентрацию и что такое активность?

3. Уравнение материального баланса

4. Понятие о буферности почв

5. Что такое доминирующая буферная система. Какие системы будут работать при подкислении почв?

6. Окислительно-восстановительный потенциал, уравнение Нерста.

7. Обратимость-необратимость окислительно-восстановительных процессов

Критерии оценки контрольных работ

Оценка	2 балла (неудовлетворительно)	3 балла (удовлетворительно)	4 балла (хорошо)	5 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Ответы на вопросы	<p>Более 50% вопросов контрольной работы не имеют ответов. Форма ответов бессистемная, фрагментарная, не отвечающая требованиям, предъявляемым к контрольным работам.</p>	<p>Не на все вопросы даны ответы. Ответы не полные, не развернутые, в виде формулировок. Оценивается каждый вопрос и из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.</p>	<p>Даны ответы на все поставленные вопросы. Освещение вопросов неполное, не достаточно развернутое, носит тезисный характер, зачастую ограничиваются формулировками. Оценивается каждый вопрос и из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.</p>	<p>Даны полные, развернутые ответы на все вопросы контрольной работы. Характер ответов свидетельствует о знании теоретических аспектов излагаемого материала. Оценивается каждый вопрос и из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.</p>

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий: таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание темы объекта изучения (название почвы, генетических горизонтов).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные

источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;

• поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание лабораторных работ проводится по критериям:

Полнота и качество выполненных заданий;

Теоретическое обоснование полученного результата;
Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.