Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

«ХИМИЯ ПОЧВ»

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

06.03.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки *06.03.02 Почвоведение* программы *бакалавриата.*

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** относится к базовой, блок общепрофессиональный.

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
Высшая математика
Физика
Общая химия
Органическая химия
Аналитическая химия
Коллоидная химия
Физическая химия
Почвоведение
Основы почвоведения

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
Б-ОПК-2	Б-ОПК-2.1 Б-ОПК-2.2	*Знает основные разделы химии почв.* *Умеет анализировать данные о химическом и минералогическом составе почв и использовать их для оценки почвообразовательных процессов и экологических функций почв.* *Владеет системой фундаментальных научных понятий, методологией и методами современной химии почв.* *Имеет опыт деятельности применения фундаментальных научных понятий и методов современной химии почв.*

4. **Объем дисциплины** 2 з.е., в том числе 48 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, _24 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения:** лекции.

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Анализ литературы		**Всего**
Краткая история развития химии почв	2	1	нет	нет	нет	1	1		1
Элементный и фазовый состав почв	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Химические закономерности выветривания минералов в почвах	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Почвенные растворы	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Соединения кремния в почвах. Глинистые минералы в почвах	8	6	нет	нет	нет	6	1		1

Строение поверхности раздела между твердыми частицами почвы и почвенным раствором	6	4	нет	нет	нет	4	1		1
Адсорбция и ионный обмен	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Емкость катионного обмена почв	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Почвенная кислотность	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Педохимия алюминия	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Щелочность почв и ее виды	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Педохимия щелочных и щелочно-земельных металлов	2	1	нет	нет	нет	1	1		1
Окислительно-восстановительные процессы и режимы в почвах	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Педохимия железа и марганца	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Органическое вещество почвы	12	8	нет	нет	нет	8	1		1
Органо-минеральные соединения в почвах	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Педохимия азота, фосфора и серы	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Потенциалы элементов питания	3	2	нет	нет	нет	2	1		1
Микроэлементы и	3	2	нет	нет	нет	2	1		1

тяжёлые металлы в почвах									
Промежуточная аттестация:	*экзамен*						10		
Итого:	72	48					24		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

РАЗДЕЛ 1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИИ ПОЧВ.

Тема 1. Введение. Химия почв как раздел почвоведения. Содержание, предмет и методы химии почв. Роль химии почв в решении вопросов генезиса, функционирования, классификации, диагностики, повышении плодородия, мелиорации почв и охраны окружающей среды. Особенности почвы как объекта химических исследований: многофазность, полидисперсность, гетерогенность почв, образование органо-минеральных соединений. Теоретические, экспериментальные и полевые методы химии почв.

Тема 2. Накопление сведений и использование химических средств улучшения почв в античный период и эпоху возрождения. Начало систематических экспериментальных исследований по химии почв. Работы М. В. Ломоносова, Ф. Ахарда, Ю. Либиха, Г. Томсона и Дж. Уэя. Развитие химии почв в конце XIX – первой половине XX века. Разработка проблем почвенной кислотности (Т. Вейч, Г. Дайкухара, К. К. Гедройц, В.А.Чернов), почвенного гумуса (П. А. Костычев, А. А. Шмук, И. В. Тюрин), создание учения о поглотительной способности почв (акад. К. К. Гедройц). Формирование химии почв как самостоятельной научной и учебной дисциплины.

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕМЕНТНЫЙ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОЧВ.

Понятие об элементном составе почвы и его специфика. Группировки элементов: по абсолютному содержанию, по биогеохимическим особенностям, по ионному потенциалу. Особенности элементного состава главных типов почв, торфов. Влияние гранулометрического состава элементный состав почв. Способы выражения элементного состава: массовые доли оксидов и элементов, моль и мольные проценты. Массовые и мольные отношения элементов и их оксидов. Почва как многофазная система.

РАЗДЕЛ 3. ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЫВЕТРИВАНИЯ МИНЕРАЛОВ В ПОЧВАХ

Факторы, обусловливающие неустойчивость первичных минералов в гипергенной обстановке. Ряд устойчивости минералов. Влияние термодинамических характеристик исходных и образующихся веществ на направление и интенсивность процессов трансформации минералов. Химические реакции с участием минералов: гидратация, гидролиз, протонирование, окисление, восстановление, комплексообразование. Современные представления о процессах растворения минералов в почвах. Роль процессов выветривания в выносе элементов из почвы, формировании элементного состава почв и состава жидкой фазы почв.

РАЗДЕЛ 4. ПОЧВЕННЫЕ РАСТВОРЫ

Почвенные растворы: понятие, способы выделения и изучения. Состав почвенных растворов. Свободные ионы, ионные пары и ассоциаты. Активности ионов, коэффициенты активности. Способы выражения концентрации и состава почвенных растворов. Реакции, протекающие в почвенном растворе: диссоциации, гидролиза, комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции, реакции осаждения. Особенности состава почвенных растворов в почвах разных типов.

РАЗДЕЛ 5. СОЕДИНЕНИЯ КРЕМНИЯ В ПОЧВАХ. ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ В ПОЧВАХ

Содержание и распределение кремния в главнейших типах почв. Формы соединений и концентрация кремния в почвенных растворах и вытяжках. Оксиды кремния и кремниевые кислоты, соли кремниевых кислот. Факторы, влияющие на растворимость диоксида кремния в почвенных растворах и его миграционную способность: степень окристаллизованности, величина pH, степень гидратации.

Основные элементы строения кристаллических решеток слоистых алюмосиликатов: кремнекислородные тетраэдры, алюмогидроксильные октаэдры. Влияние заряда иона, ионного радиуса, координационного числа на строение

кристаллической решетки минералов. Ди- и три-октаэдрические структуры. Изоморфное замещение и его виды.

Структура и свойства минералов групп каолинита, слюд и иллитов, монтмориллонита, хлорита, почвенных хлоритов. Смешанослойные минералы в почвах. Влияние отдельных групп глинистых минералов на физические свойства почв, емкость катионного обмена, фиксацию калия и адсорбцию гумусовых веществ. Использование сорбционных свойств глинистых минералов для решения проблем охраны окружающей среды.

Трансформационные изменения, разрушение, синтез и перемещение глинистых минералов в почвах.

Методы идентификации и количественного определения глинистых минералов.

РАЗДЕЛ 6. СТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА МЕЖДУ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ ПОЧВЫ И ПОЧВЕННЫМ РАСТВОРОМ

Функциональные группы на поверхности алюмосиликатов, оксидов и гидроксидов Al, Fe, Mn, Si, твердофазных органических веществ: алюминольные, и силанольные, Fe-OH, Mn-OH, карбоксильные, гидроксильные, фенольные, метоксильные, карбонильные, аминогруппы.

Силоксановая поверхность. Глинистые минералы как источники постоянного заряда. Влияние локализации заряда в глинистых минералах на реакционную способность силоксановой поверхности.

Переменный (pH-зависимый) заряд на поверхности минеральных и органических соединений почв. Влияние координационного окружения на реакционную способность гидроксилов на поверхностях и сколах минералов.

Взаимодействие ионов, находящихся в растворе, с поверхностными функциональными группами твердых фаз почвы. Жесткие (твердые) и мягкие кислоты и основания по Льюису. Поверхностные внешне- и внутрисферные комплексы.

Величина общего заряда минералов. Точки нулевого заряда: точка нулевого заряда, точка чистого протонного заряда, изоэлектрическая точка, точка нулевого солевого эффекта.

Строение двойного электрического слоя (ДЭС): модели Штерна, Гельмгольца, Гюи-Чапмена. Влияние заряда ионов и концентрации электролитов на толщину ДЭС.

РАЗДЕЛ 7. АДСОРБЦИЯ И ИОННЫЙ ОБМЕН

Понятие о почвенном поглощающем комплексе. Специфическая и неспецифическая адсорбция анионов и катионов. Изотермы адсорбции S, L, H и C типов. Уравнения изотерм адсорбции: уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха. Общие закономерности закрепления катионов на поверхности почвенных частиц: влияние ионного потенциала на силу связи катиона с поверхностью почвы, зависимость от pH. Общие закономерности адсорбции анионов: зависимость от pH, параметров «жесткости» или «мягкости» оснований. Прочность связи анионов с поверхностью почвенных частиц и факторы, ее определяющие.

Ионный обмен и обменные катионы. Основные особенности ионообменных реакций в почвах (обратимость, эквивалентность). Факторы, влияющие на силу связи обменных катионов с поверхность почвенных частиц: величина заряда иона, величина ионного радиуса, степень гидратации. Селективность обмена. Влияние разбавления (концентрационно-валентный эффект) и анионного состава раствора на селективность обмена. Изотермы ионного обмена. Коэффициенты селективности Гапона, Венслоу. Использование коэффициентов селективности обмена для прогноза изменения состава обменных катионов при орошении и химической мелиорации почв.

РАЗДЕЛ 8. ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА ПОЧВ

Емкость катионного обмена (ЕКО) как важнейшая характеристика почвенного поглощающего комплекса. Стандартная, реальная (эффективная) и дифференциальная (pH-зависимая) емкость катионного обмена. Методы определения ЕКО. Состав обменных катионов и ЕКО главнейших типов почв. Минералогический состав, содержание

органического вещества и величина pH как факторы, определяющие величину ЕКО почв. Влияние состава обменных катионов на свойства почв.

РАЗДЕЛ 9. ПОЧВЕННАЯ КИСЛОТНОСТЬ

Основные источники ионов водорода в почвах. Диоксид углерода и угольная кислота; влияние диоксида углерода на кислотность почв. Органические кислоты как источник протонов в почвах.

Формы почвенной кислотности: актуальная, обменная, необменная и гидролитическая. Показатели почвенной кислотности. Методы определения почвенной кислотности. Роль алюминия в формировании и проявлении почвенной кислотности. Понятие о кислотно-основной буферности почв. Природа и методы определения кислотно-основной буферности почв. Показатели кислотно-основной буферности почв: общая буферность и интенсивность буферности.

Основные приемы мелиорации кислых почв. Теоретические основы известкования кислых почв и расчет доз извести.

РАЗДЕЛ 10. ПЕДОХИМИЯ АЛЮМИНИЯ

Соединения алюминия в твердой фазе почвы: алюмосиликаты, гидроксиды, гидроксосульфаты, фосфаты алюминия и алюмоорганические соединения. Механизмы растворения соединений алюминия в почвах. Растворимость гидроксидов алюминия в кислой и щелочной средах; диаграммы растворимости. Соединения алюминия в почвенном растворе: аквагидроксокомплексы, комплексы с неорганическими анионами, комплексы с анионами низкомолекулярных органических кислот, комплексы с гумусовыми кислотами. Гидролиз алюминия в слабокислой и щелочной средах. Токсичность соединений алюминия.

Процессы мобилизации, миграции и аккумуляции соединений алюминия в почвах и в ландшафте.

РАЗДЕЛ 11. ЩЕЛОЧНОСТЬ ПОЧВ И ЕЕ ВИДЫ.

Щелочность почв и ее виды (карбонатная, сульфидная, фосфатная, органическая, боратная). Источники щелочности в почвах. Карбонатно-кальциевая система в почвах. Известковый потенциал.

РАЗДЕЛ 12. ПЕДОХИМИЯ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Минералы - источники К, Na. Формы К в почвах: необменный, обменный, К почвенного раствора. Цикл К. Доступность К растениям. Факторы, влияющие на фиксацию калия в почвах. Са и Mg-содержащие минералы в почвах. Карбонатные аккумуляции как геохимические барьеры. Закономерности накопления карбонатов, сульфатов и хлоридов щелочных и щелочно-земельных металлов в почвах. Токсичность солей. Проблемы засоленных почв и солонцов: виды засоления почв, приемы мелиорации засоленных почв и солонцов.

РАЗДЕЛ 13. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И РЕЖИМЫ В ПОЧВАХ.

Окислительно-восстановительные процессы в почвах. Основные доноры и акцепторы электронов в почвах. Окислительно-восстановительный потенциал почвы, методы его определения. Уравнение Нернста. Уровни и пределы колебаний величин окислительно-восстановительного потенциала в почвах. Потенциал-определяющие системы в почвах. Диаграмма устойчивости воды и участие воды в окислительно-восстановительных реакциях. Развитие восстановительных процессов в переувлажнённых почвах. Группировки почв по характеру окислительно-восстановительных режимов. Влияние окислительного состояния на плодородие почв. Методы регулирования окислительно-восстановительных режимов.

Влияние окислительного потенциала на соединения железа, марганца, серы, азота, фосфора.

РАЗДЕЛ 14. ПЕДОХИМИЯ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

Содержание и распределение железа и марганца в почвах. Формы соединений железа и марганца в почвах. Диаграммы устойчивости соединений железа и марганца в

почвах как функция pH и окислительно-восстановительного потенциала. Растворимость гидроксидов железа и марганца в почвах и зависимость концентрации железа и марганца в почвенном растворе от величины pH. Специфика адсорбции тяжелых металлов, неорганических анионов и органических соединений на поверхности гидроксидов железа и марганца. Влияние соединений железа на структуру, плотность и окраску почв.

РАЗДЕЛ 15. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ

Глобальный цикл углерода. Роль органического вещества почв в цикле углерода. Основные понятия и термины учения о почвенном гумусе: органическое вещество почвы, гумус, перегной, гуминовые вещества, органо-минеральные соединения. Источники поступления органического вещества в почву. Основные компоненты состава растительных тканей: целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза, протеины, сахара, полифенолы, жиры и воска. Скорость разрушения компонентов растительных тканей в почвах. Разложение органических веществ почвы в аэробных и в анаэробных условиях, метаногенез.

Неспецифические органические соединения в почвах.

Номенклатура гумусовых веществ. Элементный состав, степень окисленности и важнейшие функциональные группы гумусовых кислот. Структурные фрагменты гумусовых кислот: аминокислоты, моносахариды, фенолы, ароматические альдегиды, бензолполикарбоновые кислоты, хиноны, азот-содержащие гетероциклы, полициклические углеводороды. Методы изучения структурных фрагментов гумусовых кислот: гидролиз, окисление, восстановление, спектроскопические методы (спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области, ИК и ЯМР спектроскопия), методы пиролиза, дифференциальный термический анализ и термогравиметрия.

Молекулярные массы гумусовых кислот и методы их определения.

Способы экстракции и фракционирования гумусовых веществ. Схема выделения гуминовых веществ, рекомендованная Международным обществом по гуминовым веществам (IHSS). Схема фракционирования гуминовых веществ В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой

Модели структуры гуминовых кислот по Фуксу, Касаточкину, Коммисарову, Орлову, Чукову, Стивенсону, Шультену и Шнитцеру. Модели структуры фульвокислот.

Теории образования гумусовых кислот: лигнин-протеиновая, полифенольная, образование гуминовых кислот из сахаров и аминов. Теории образования гуминовых кислот по М.М.Кононовой, Л.А. Александровой. Кинетическая теория гумификации Д.С.Орлова.

Содержание, запасы и распределение гумуса в почвах главнейших типов. Закономерности изменения группового и фракционного состава гумуса в зонально-генетическом ряду почв. Влияние гумуса на физические и химические свойства почв. Роль гумуса в плодородии почв. Понятие о гумусном состоянии почв. Показатели гумусного состояния почв. Функции гуминовых веществ в биосфере: аккумулятивная, транспортная, регуляторная, протекторная, физиологическая.

РАЗДЕЛ 16. ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПОЧВАХ.

Органо-минеральные взаимодействия в почвах. Природа связи гуминовых веществ с минеральными компонентами. Номенклатура органо-минеральных производных. Гетерополярные и комплексно-гетерополярные соли гумусовых кислот, их строение, константы устойчивости. Адсорбционные комплексы гумусовых веществ: алюмо- и железо-гумусовые, кремнегумусовые. Вероятные схемы их строения и свойства. Роль глинистых минералов в стабилизации органического вещества почв.

РАЗДЕЛ 17. ПЕДОХИМИЯ АЗОТА, ФОСФОРА И СЕРЫ

Цикл азота в почве. Содержание и формы соединений азота в почвах. Азот аминокислот, амидов, аминосахаров. Азот гетероциклов и негидролизуемый («гуминовый ») азот. Минеральные соединения азота. Фиксированный аммоний. Процессы

минерализации, аммонификации, нитрификации, денитрификации и иммобилизации азота в почвах. Роль азота в гумификации.

Цикл фосфора в почве. Органические соединения фосфора в почвах: инозитолфосфаты, нуклеиновые кислоты, фосфолипиды. Минерализация фосфора органических соединений в почвах. Иммобилизация фосфора. Неорганические соединения фосфора в почвах. Растворимость, формы и содержание фосфатов в жидкой фазе почвы в зависимости от pH и способности различных почвенных компонентов сорбировать фосфаты и образовывать с фосфором труднорастворимые соединения. Окклюзия фосфатов. Доступность фосфора растениям в почвах разных типов.

Природные источники серы в почвах: органические соединения, неорганические соединения, атмосферные газы. Цикл серы в почвах. Минерализация серы органических соединений. Продукты разложения сульфатных эфиров и протеинов. Иммобилизация серы в почве. Реакции окисления-восстановления серы в почвах. Сорбция сульфатов гидроксидами Fe, Al и глинистыми минералами. Роль серы в почвообразовании. Гипс в почвах, его растворимость, влияние на физико-химические свойства почв и использование для мелиорации солонцов. Сернокислотное загрязнение почв за счет атмосферных выпадений и добычи полезных ископаемых.

РАЗДЕЛ 18. ПОТЕНЦИАЛЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ.

Калийный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к калию.

Фосфатный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к фосфору; методы их определения.

РАЗДЕЛ 19. МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ

Понятие о микроэлементах как инициаторах и биоактиваторах биохимических процессов. Микроэлементы и ферменты. Важнейшие микроэлементы в системе почва-растение: марганец, бор, молибден, медь, цинк, кобальт, их содержание и распределение в почвах. Биогеохимические провинции. Формы соединений микроэлементов в почвах. Подвижные (доступные) соединения микроэлементов, методы их определения. Тяжелые металлы в почвах.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

1. Элементный состав почв и способы его выражения,
2. Группировки элементов: по абсолютному содержанию, по ионному потенциалу, исходя из особенностей и путей миграции в ландшафте.
3. Химические реакции с участием минералов в почве.
4. Современные представления о процессах растворения минералов в почвах
5. Состав почвенных растворов и его особенности в почвах разных типов.
6. Реакции, протекающие в почвенных растворах.
7. Соединения кремния в почвах: формы, содержание, распределение в почвенном профиле.
8. Факторы, влияющие на растворимость диоксида кремния в почвенных растворах и миграционную способность кремния
9. Слоистые алюмосиликаты: номенклатура, строение, влияние на свойства почв.
10. Трансформационные изменения, разрушение, синтез и перемещение глинистых минералов в почвах.
11. Функциональные группы на поверхности алюмосиликатов, оксидов и гидроксидов Al, Fe, Mn, Si, твердофазных органических веществ.
12. Силоксановая поверхность. Влияние локализации заряда в глинистых минералах на реакционную способность силоксановой поверхности.

13. Переменный (pH-зависимый) заряд на поверхности минеральных и органических соединений почв. Влияние координационного окружения на реакционную способность гидроксилов на поверхностях и сколах минералов.
14. Жесткие и мягкие кислоты и основания по Льюису. Принципы образования поверхностных комплексных соединений, внутри- и внешнесферные комплексы.
15. Строение поверхности раздела между твердыми частицами почвы и почвенным раствором в понятиях и терминах химии координационных соединений.
16. Точка нулевого заряда, способность почв к адсорбции анионов и катионов.
17. Точка чистого протонного заряда, изоэлектрическая точка, точка нулевого солевого эффекта
18. Строение поверхности раздела фаз в понятиях и терминах коллоидной химии, модели двойного электрического слоя.
19. Адсорбция. Типы взаимодействия при адсорбции.
20. Типы изотерм адсорбции.
21. Уравнения адсорбции Ленгмюра и Фрейндлиха.
22. Общие закономерности закрепления катионов на поверхности почвы. Влияние ионного потенциала и параметров «мягкости» и «жесткости» на прочность связи катиона с поверхностью твердой фазы.
23. Понятие о специфической и неспецифической адсорбции.
24. Общие закономерности закрепления анионов на поверхности почвы и факторы их определяющие.
25. Общие закономерности адсорбции гидрофильных и гидрофобных органических соединений на поверхности почвенных частиц
26. Ионный обмен в почвах. Влияние заряда иона, ионного радиуса и степени гидратации иона на прочность связи обменных катионов с поверхностью.
27. Понятие о преимущественном поглощении. Коэффициенты селективности Гапона и Венслоу.
28. Факторы, влияющие на селективность катионного обмена: концентрационно-валентный эффект, анионный состав раствора.
29. Изотермы катионного обмена.
30. Емкость катионного обмена и ее виды
31. Влияние состава обменных катионов на свойства почв.
32. Основные источники ионов водорода в почвах.
33. Формы и показатели почвенной кислотности.
34. Степень ненасыщенности ППК. Приемы мелиорации кислых почв.
35. Кислотно-основная буферность почв, показатели и методы ее определения
36. Основные реакции, обеспечивающие буферность почв к кислоте. Концепция буферных зон.
37. Основные приемы мелиорации кислых почв и расчет доз извести.
38. Содержание и формы соединений алюминия в почвах.
39. Зависимость состава соединений алюминия в почвенном растворе от pH. Токсичность соединений алюминия.
40. Процессы мобилизации, миграции и аккумуляции соединений алюминия в почвах и в ландшафте.
41. Щелочность почвы и ее виды: карбонатная, сульфидная, фосфатная, органическая, боратная.
42. Карбонатно-кальциевая система в почвах. Известковый потенциал.
43. Педохимия калия: источники K в почвах, цикл K, формы соединений в почве, доступность растениям.
44. Педохимия натрия: источники Na в почвах, формы соединений в почве, влияние на почвенные свойства, аккумуляция в почвах и в ландшафте. Гипотезы происхождения соды.
45. Щелочные и щелочноземельные элементы в почвах: источники, формы соединений, влияние на почвенные свойства.
46. Химические основы мелиорации засоленных почв и солонцов.
47. Окислительно-восстановительные реакции в почвах. Основные доноры и акцепторы электронов в почвах. Потенциал-определяющие системы в почвах.
48. Окислительно-восстановительный потенциал почвы и методы его определения.
49. Развитие восстановительных процессов в переувлажненных почвах.

50. Типы окислительно-восстановительных режимов в почвах и способы их регулирования.
51. Содержание и формы соединений железа в почвах. Методы определения группового состава соединений железа в почвах.
52. Диаграмма устойчивости соединений железа в почвах как функция pH и окислительно-восстановительного потенциала.
53. Трансформация соединений железа в почвах и влияние железа на почвенные свойства.
54. Содержание и формы соединений марганца в почвах. Диаграмма устойчивости соединений марганца в почвах как функция pH и окислительно-восстановительного потенциала.
55. Роль органического вещества почвы в глобальном цикле углерода.
56. Основные компоненты состава растительных тканей и скорость их разрушения в почве.
57. Разложение органических веществ почвы в аэробных и в анаэробных условиях, метаногенез.
58. Номенклатура гумусовых веществ.
59. Элементный состав, степень окисленности и важнейшие функциональные группы гумусовых кислот.
60. Оптические свойства гуминовых кислот.
61. Структурные фрагменты гумусовых кислот и методы их определения.
62. Молекулярные массы гумусовых кислот и методы их определения.
63. Способы экстракции и фракционирования гумусовых веществ. Схема выделения гуминовых веществ, рекомендованная Международным обществом по гуминовым веществам (IHSS).
64. Схема фракционирования гуминовых веществ В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой
65. Модели структуры гуминовых кислот по Фуксу, Касаточкину, Коммисарову, Орлову, Чукову, Стивенсону, Шультену и Шнитцеру. Модель структуры фульвокислот.
66. Теории образования гумусовых кислот: лигнин-протеиновая, полифенольная, образование гуминовых кислот из сахаров и аминов.
67. Теории образования гуминовых кислот по М.М.Кононовой, Л.А. Александровой. Кинетическая теория гумификации Д.С.Орлова.
68. Содержание, запасы и распределение гумуса в главнейших типах почв.
69. Закономерности изменения группового и фракционного состава гумуса в зонально-генетическом ряду почв.
70. Понятие о гумусном состоянии почв. Показатели гумусного состояния почв.
71. Функции гуминовых веществ в биосфере: аккумулятивная, транспортная, регуляторная, протекторная, физиологическая
72. Органоминеральные взаимодействия в почвах. Природа связи гуминовых веществ с минеральными компонентами. Вероятные схемы строения органоминеральных соединений.
73. Органические и неорганические соединения азота в почвах.
74. Процессы минерализации, аммонификации, нитрификации, денитрификации и иммобилизации азота в почвах. Роль азота в гумификации.
75. Органические и неорганические соединения фосфора в почвах.
76. Процессы минерализации, иммобилизации, растворения и осаждения соединений фосфора в почвах. Окклюзия фосфатов.
77. Доступность фосфора растениям в почвах разных типов
78. Природные источники серы в почвах: органические соединения, неорганические соединения, атмосферные газы
79. Минерализация серы органических соединений. Продукты разложения сульфатных эфиров и протеинов. Иммобилизация серы в почве.
80. Реакции окисления-восстановления серы в почвах.
81. Гипс в почвах, его растворимость, влияние на физико-химические свойства почв и использование для мелиорации солонцов.
82. Калийный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к калию.
83. Фосфатный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к фосфору, методы их определения.

Понятие о микроэлементах и их роль в почвенных процессах

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Элементный состав почв и способы его выражения,
2. Группировки элементов: по абсолютному содержанию, по ионному потенциалу, исходя из особенностей и путей миграции в ландшафте.
3. Химические реакции с участием минералов в почве.
4. Современные представления о процессах растворения минералов в почвах
5. Состав почвенных растворов и его особенности в почвах разных типов.
6. Реакции, протекающие в почвенных растворах.
7. Соединения кремния в почвах: формы, содержание, распределение в почвенном профиле.
8. Факторы, влияющие на растворимость диоксида кремния в почвенных растворах и миграционную способность кремния
9. Слоистые алюмосиликаты: номенклатура, строение, влияние на свойства почв.
10. Трансформационные изменения, разрушение, синтез и перемещение глинистых минералов в почвах.
11. Функциональные группы на поверхности алюмосиликатов, оксидов и гидроксидов Al, Fe, Mn, Si, твердофазных органических веществ.
12. Силоксановая поверхность. Влияние локализации заряда в глинистых минералах на реакционную способность силоксановой поверхности.
13. Переменный (pH-зависимый) заряд на поверхности минеральных и органических соединений почв. Влияние координационного окружения на реакционную способность гидроксилов на поверхностях и сколах минералов.
14. Жесткие и мягкие кислоты и основания по Льюису. Принципы образования поверхностных комплексных соединений, внутри- и внешнесферные комплексы.
15. Строение поверхности раздела между твердыми частицами почвы и почвенным раствором в понятиях и терминах химии координационных соединений.
16. Точка нулевого заряда, способность почв к адсорбции анионов и катионов.
17. Точка чистого протонного заряда, изоэлектрическая точка, точка нулевого солевого эффекта
18. Строение поверхности раздела фаз в понятиях и терминах коллоидной химии, модели двойного электрического слоя.
19. Адсорбция. Типы взаимодействия при адсорбции.
20. Типы изотерм адсорбции.
21. Уравнения адсорбции Ленгмюра и Фрейндлиха.
22. Общие закономерности закрепления катионов на поверхности почвы. Влияние ионного потенциала и параметров «мягкости» и «жесткости» на прочность связи катиона с поверхностью твердой фазы.
23. Понятие о специфической и неспецифической адсорбции.
24. Общие закономерности закрепления анионов на поверхности почвы и факторы их определяющие.
25. Общие закономерности адсорбции гидрофильных и гидрофобных органических соединений на поверхности почвенных частиц
26. Ионный обмен в почвах. Влияние заряда иона, ионного радиуса и степени гидратации иона на прочность связи обменных катионов с поверхностью.
27. Понятие о преимущественном поглощении. Коэффициенты селективности Гапона и Венслоу.
28. Факторы, влияющие на селективность катионного обмена: концентрационно-валентный эффект, анионный состав раствора.
29. Изотермы катионного обмена.
30. Емкость катионного обмена и ее виды
31. Влияние состава обменных катионов на свойства почв.
32. Основные источники ионов водорода в почвах.
33. Формы и показатели почвенной кислотности.
34. Степень ненасыщенности ППК. Приемы мелиорации кислых почв.
35. Кислотно-основная буферность почв, показатели и методы ее определения

36. Основные реакции, обеспечивающие буферность почв к кислоте. Концепция буферных зон.
37. Основные приемы мелиорации кислых почв и расчет доз извести.
38. Содержание и формы соединений алюминия в почвах.
39. Зависимость состава соединений алюминия в почвенном растворе от pH. Токсичность соединений алюминия.
40. Процессы мобилизации, миграции и аккумуляции соединений алюминия в почвах и в ландшафте.
41. Щелочность почвы и ее виды: карбонатная, сульфидная, фосфатная, органическая, боратная.
42. Карбонатно-кальциевая система в почвах. Известковый потенциал.
43. Педохимия калия: источники К в почвах, цикл К, формы соединений в почве, доступность растениям.
44. Педохимия натрия: источники Na в почвах, формы соединений в почве, влияние на почвенные свойства, аккумуляция в почвах и в ландшафте. Гипотезы происхождения соды.
45. Щелочные и щелочноземельные элементы в почвах: источники, формы соединений, влияние на почвенные свойства.
46. Химические основы мелиорации засоленных почв и солонцов.
47. Окислительно-восстановительные реакции в почвах. Основные доноры и акцепторы электронов в почвах. Потенциал-определяющие системы в почвах.
48. Окислительно-восстановительный потенциал почвы и методы его определения.
49. Развитие восстановительных процессов в переувлажненных почвах.
50. Типы окислительно-восстановительных режимов в почвах и способы их регулирования.
51. Содержание и формы соединений железа в почвах. Методы определения группового состава соединений железа в почвах.
52. Диаграмма устойчивости соединений железа в почвах как функция pH и окислительно-восстановительного потенциала.
53. Трансформация соединений железа в почвах и влияние железа на почвенные свойства.
54. Содержание и формы соединений марганца в почвах. Диаграмма устойчивости соединений марганца в почвах как функция pH и окислительно-восстановительного потенциала.
55. Роль органического вещества почвы в глобальном цикле углерода.
56. Основные компоненты состава растительных тканей и скорость их разрушения в почве.
57. Разложение органических веществ почвы в аэробных и в анаэробных условиях, метаногенез.
58. Номенклатура гумусовых веществ.
59. Элементный состав, степень окисленности и важнейшие функциональные группы гумусовых кислот.
60. Оптические свойства гуминовых кислот.
61. Структурные фрагменты гумусовых кислот и методы их определения.
62. Молекулярные массы гумусовых кислот и методы их определения.
63. Способы экстракции и фракционирования гумусовых веществ. Схема выделения гуминовых веществ, рекомендованная Международным обществом по гуминовым веществам (IHSS).
64. Схема фракционирования гуминовых веществ В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой
65. Модели структуры гуминовых кислот по Фуксу, Касаточкину, Коммисарову, Орлову, Чукову, Стивенсону, Шультену и Шнитцеру. Модель структуры фульвокислот.
66. Теории образования гумусовых кислот: лигнин-протеиновая, полифенольная, образование гуминовых кислот из сахаров и аминов.
67. Теории образования гуминовых кислот по М.М.Кононовой, Л.А. Александровой. Кинетическая теория гумификации Д.С.Орлова.
68. Содержание, запасы и распределение гумуса в главнейших типах почв.
69. Закономерности изменения группового и фракционного состава гумуса в зонально-генетическом ряду почв.
70. Понятие о гумусном состоянии почв. Показатели гумусного состояния почв.

71. Функции гуминовых веществ в биосфере: аккумулятивная, транспортная, регуляторная, протекторная, физиологическая
72. Органоминеральные взаимодействия в почвах. Природа связи гуминовых веществ с минеральными компонентами. Вероятные схемы строения органоминеральных соединений.
73. Органические и неорганические соединения азота в почвах.
74. Процессы минерализации, аммонификации, нитрификации, денитрификации и иммобилизации азота в почвах. Роль азота в гумификации.
75. Органические и неорганические соединения фосфора в почвах.
76. Процессы минерализации, иммобилизации, растворения и осаждения соединений фосфора в почвах. Окклюзия фосфатов.
77. Доступность фосфора растениям в почвах разных типов
78. Природные источники серы в почвах: органические соединения, неорганические соединения, атмосферные газы
79. Минерализация серы органических соединений. Продукты разложения сульфатных эфиров и протеинов. Иммобилизация серы в почве.
80. Реакции окисления-восстановления серы в почвах.
81. Гипс в почвах, его растворимость, влияние на физико-химические свойства почв и использование для мелиорации солонцов.
82. Калийный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к калию.
83. Фосфатный потенциал и потенциальная буферная способность почв по отношению к фосфору, методы их определения.

Понятие о микроэлементах и их роль в почвенных процессах

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания *Устные опросы*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *Устные опросы*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическо	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое умение

		е умение	умение (допускает неточности непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) *Устные опросы*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной

А. Основная литература

1. Орлов Д. С. Химия почв. Москва МГУ 1985
2. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв Москва Высшая школа. 2005
3. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Тула. Гриф и К. 2012
4. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен. Москва: Университетская книга, 2009.
5. Трофимов С.Я., Горшкова Е.И., Салпагарова И.А. Ионный обмен и адсорбция в почвах. Москва: КДУ, 2008.
6. Трофимов С.Я., Горшкова Е.И., Салпагарова И.А. Химия почв: практикум и семинары.Москва КДУ 2012
7. Трофимов С.Я., Караванова Е.И. Жидкая фаза почв. Москва Университетская книга, 2009.
8. Трофимов С.Я., Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Минеральные компоненты почв.Тула: Гриф и К, 2007.

Б. Дополнительная литература

1. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Ленинград: Наука, 1980.
2. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. Москва: Изд-во МГУ, 1990.
3. Пинский Д.Л. Ионообменные процессы в почвах. Пущино, 1997.
4. Brady N.C., Weil R.R.. The nature and properties of soils. 13th ed. New Jersey. Prentice Hall. 2002
5. Sparks D.L. Environmental soil chemistry. Academic press. 2002.
6. Sparks D.L. Soil physical chemistry. 2nd ed.. CRS Press,1999.
7. Sposito G. The Surface Chemistry of Natural Particles. Oxford, Oxford University Press, 2004.
8. Sposito G. The Chemistry of Soils. Second Edition . Oxford, Oxford University Press, 2008.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

SSC 102 Soil Chemistry
window.edu.ru›Библиотека›…/218/69218/43949/page8

- Описание материально-технической базы:

А. Помещения
- Лекционное: аудитория, оборудованная оргтехникой (проектор, компьютер, выход в интернет)
Б. Оборудование:
Необходимая оргтехника, компьютер, доска и др.
В. Иные материалы: не требуются.

10. **Язык преподавания: русский**

11. **Преподаватель (преподаватели):**
Толпешта Инна Игоревна
Зав.кафедой
д.б.н. (01.07.2011 МГУ имени М.В.Ломоносова)
доцент (23.05.2017 МГУ имени М.В.Ломоносова)

12. **Разработчики программы:**
Трофимов Сергей Яковлевич
профессор
д.б.н. (1998 г. МГУ имени М.В.Ломоносова)
профессор (15.12.2011 МГУ имени М.В.Ломоносова)

Толпешта Инна Игоревна
Зав.кафедой
д.б.н. (01.07.2011 МГУ имени М.В.Ломоносова)
доцент (23.05.2017 МГУ имени М.В.Ломоносова)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

В курсе излагаются теоретические основы химии почв и обсуждаются возможности ее использования в практике сельского хозяйства и в области охраны окружающей среды. Характеризуются химические свойства и состав почв, важнейшие химические реакции и процессы в целинных и освоенных почвах. Обсуждаются закономерности ионного обмена и адсорбции, формирования кислотности, щелочности, окислительно-восстановительных режимов, специфических гумусовых веществ, глинистых минералов. Рассматриваются вопросы термодинамики почвенных процессов, принципы и правила формирования гумусного состояния почв. Обсуждаются вопросы охраны почв от химического загрязнения.