



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Утверждаю:
декан факультета почвоведения МГУ

_____ С.А. Шоба
«21» _____ мая 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ»

Направление подготовки: 06.03.02. «Почвоведение»

Авторы-составители:

д.б.н., доцент кафедры химии почв Ладонин Д.В.;
д.б.н., профессор кафедры химии почв, профессор Воробьева Л.А.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ химии почв _____

протокол № 12 от «26» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой _____ Толпешта И.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета почвоведения МГУ, протокол № 2 от «17» мая 2018 г.

Председатель УМК _____ Рахлеева А.А.

Москва
2018 г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: вариативная часть

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Высшая математика
Физика
Общая химия
Аналитическая химия
Почвоведение

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:

Компетенции выпускников, формируемые частично при реализации дисциплины (модуля):

Владение методами сбора, обработки, анализа и синтеза научной полевой и лабораторной информации в области современного теоретического, экспериментального и практического почвоведения (ОПК-1.Б).

Владение системой фундаментальных научных понятий, методологией и методами современного почвоведения (ПК-1.Б).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знает: Правила и нормы охраны труда в химической лаборатории. Современные стандартные методы химического анализа. Правила эксплуатации аналитического лабораторного оборудования. Правила отбора проб при агрохимических и экологических наблюдениях. Методы отбора проб воды и почвы для химического анализа. Требования к транспортировке и хранению проб. Способы подготовки проб для химического анализа. Методики определения химического состава воды и почвы. Стандартные формы отчетной документации.

Умеет: Производить забор проб воды и почвы для оценки экологического состояния поднадзорных территорий. Производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов. Вести журналы полевых наблюдений и результатов химического анализа. Уверенно пользоваться компьютерной техникой. Анализировать получаемые данные. Производить метрологический анализ полученных данных.

Владеет: Техниккой подготовки к отбору проб почвы при экологических наблюдениях. Процедурой сбора с поднадзорных территорий природных образцов и обеспечение их хранения до окончания исследования. Методами подготовки проб воды и почвы к химическому анализу. Техниккой химического анализа по стандартным методикам. Процедурой ведения журнала химических измерений. Анализом результатов исследований природных образцов. Интерпретацией полученных результатов. Формированием отчетной документации. Составлением заключения о состоянии почв.

Имеет опыт деятельности: Подготовки к химическому анализу природных образцов. Эксплуатации аналитического лабораторного оборудования. Проведения лабораторных исследований, замеров, анализов природных образцов. Формированием отчетной документации содержащей сведения о местах отбора проб, методиках измерений. Ведения журналов регистрации проб и проведения химических измерений.

4. Формат обучения: лекции, лабораторные занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., в том числе 144 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

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

№	Наименование разделов дисциплины	Трудоёмкость (в академических часах) по формам занятий				
		Контактная работа во взаимодействии с преподавателем			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля
		Всего часов	Лекции	Лабораторные занятия		
1.	Введение в химический анализ почв	24	10	14	нет	Контрольная работа
2.	Показатели и методы элементного анализа минеральной части почв (валовой анализ)	36	6	30	нет	Коллоквиум, отчёт
3.	Показатели и методы анализа элементного анализа органической части почв	16	4	12	нет	Коллоквиум, отчёт
4.	Показатели и методы анализа вещественного состава почв	36	6	30	нет	Коллоквиум, отчёт
5.	Показатели и методы анализа группового состава соединений химических элементов в почвах	2	2	-	нет	-
6.	Показатели и способы оценки подвижности химических элементов в почвах	2	2	-	нет	-
7.	Показатели и методы оценки ионообменных свойств почв	14	4	10	нет	Коллоквиум, отчёт
8.	Показатели и методы оценки кислотно-основных свойств почв	10	2	8	нет	Коллоквиум, отчёт
Итого		144	36	108	нет	
Промежуточная аттестация:						Зачет

Содержание дисциплины по разделам и темам:

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ.

Особенности почвы как объекта химического анализа. Химический анализ почв как одно из средств познания природы, генезиса и плодородия почв. Система показателей химического состава почв. Общая схема выполнения химического анализа почвы. Методы извлечения из почв определяемых компонентов. Методы измерения. Единицы величин, используемых в химическом анализе почв. Способы выражения результатов анализов

почв. Техника выполнения лабораторных работ. Расчеты в химическом анализе почв. Подготовка почвы к анализу.

РАЗДЕЛ 2. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОЧВ (ВАЛОВОЙ АНАЛИЗ).

Использование показателей элементного состава почв в почвоведении. Расчеты, способы выражения и интерпретация результатов валового анализа почв. Инструментальные методы прямого анализа твёрдых проб почв. Способы разложения почв. Классические химические и инструментальные методы количественного определения валового содержания кремния, алюминия, железа, кальция, магния, марганца, фосфора, тяжелых металлов в почвах.

РАЗДЕЛ 3. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПОЧВ.

Содержание углерода и азота в почве и отношение C:N как диагностические показатели. Методы определения углерода органических соединений. Методы, основанные на учете диоксида углерода, выделившегося при разложении органического вещества почв. Косвенные методы, основанные на окислении органического вещества раствором дихромата калия. Титриметрический и фотометрический варианты метода И.В.Тюрина. Элементные анализаторы. Сравнительная оценка методов определения углерода органических соединений. Методы определения общего содержания азота в почвах. Разложение органического вещества почвы по Къельдалю и методы количественного определения аммонийного азота.

РАЗДЕЛ 4. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ.

Показатели вещественного состава и их место в системе показателей химических свойств почв. Карбонаты и гипс в почвах, их значение в диагностике и классификации почв, оценке плодородия и мелиоративных особенностей. Методы определения. Легкорастворимые соли в почвах. Способы оценки засоления почв, основанные на анализе почвенных растворов, фильтратов из насыщенных водой почвенных паст, водных вытяжек. Теоретические основы методов, особенности интерпретации результатов анализов. Методы количественного определения анионов и катионов легкорастворимых солей. Способы представления результатов анализов. Проверка точности результатов определений. Показатели химического состояния засоленных почв, их значение в диагностике, классификации, оценке плодородия и мелиоративных особенностей почв.

РАЗДЕЛ 5. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ГРУППОВОГО СОСТАВА СОЕДИНЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ.

Показатели группового состава соединений химических элементов и их место в системе показателей химических свойств почв. Группы и фракции соединений химических элементов в почвах. Теоретические основы методов определения группового состава соединений. Показатели и методы определения группового состава соединений железа, алюминия, фосфора и тяжелых металлов в почвах. Значение сведений о групповом составе соединений в исследовании генезиса почв, трансформации соединений химических элементов в почвах и химического загрязнения почв.

РАЗДЕЛ 6. ПОКАЗАТЕЛИ И СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПОДВИЖНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ.

Состояние химических элементов в твердых и жидких фазах почв и система показателей подвижности химических элементов в почвах. Факторы интенсивности и емкости. Потенциальная буферная способность почв. Значение показателей подвижности химических элементов в оценке плодородия почв и химического загрязнения почв. Методы определения содержания подвижных соединений фосфора в почвах (фактора емкости). Оценка степени подвижности фосфатов (фактора интенсивности) по Карпинскому и Замятиной. Методы определения содержания подвижных форм соединений тяжелых металлов в почвах.

РАЗДЕЛ 7. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИОНООБМЕННЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) и его строение. Постоянные и рН-зависимые заряды ППК. Причины их возникновения. Теоретические основы методов исследования ионообменной способности почв. Показатели ионообменных свойств почв. Эффективная (реальная) и стандартная емкость катионного обмена (ЕКО). Методы определения ЕКО в некарбонатных, карбонатных и засоленных почвах. Единицы измерения ЕКО. Обменные катионы и обменные основания. Методы определения обменных оснований в почвах насыщенных и ненасыщенных основаниями, в карбонатных и засоленных почвах. Определение суммы обменных оснований. Степень насыщенности почв основаниями. Показатели солонцеватости почв. Расчет доз гипса.

РАЗДЕЛ 8. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ.

Кислотность и щелочность почв. Система показателей кислотно-основных свойств почв. Виды почвенной кислотности. Причины возникновения почвенной кислотности. Показатели актуальной почвенной кислотности. Особенности измерения рН почвенных систем, суспензионный эффект. Показатели потенциальной кислотности почв. Природа и методы определения обменной и гидролитической (рН-зависимой) кислотности почв. Степень насыщенности почв основаниями. Показатели кислотности и способы оценки потребности почв в извести. Щелочность почв, обуславливающие ее компоненты. Виды щелочности. Карбонатные и карбонатно-кальциевые равновесия, их влияние на уровни рН, общей и карбонатной щелочности. Соотношение уровней рН и общей щелочности.

Лабораторные работы

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ.

Тема 1. Подготовка почвенных проб к химическому анализу.

РАЗДЕЛ 2. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОЧВ (ВАЛОВОЙ АНАЛИЗ).

Тема 1. Разложение почвы сплавлением.

Тема 2. Определение валового содержания кремния.

Тема 3. Определение валового содержания железа.

РАЗДЕЛ 3. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПОЧВ.

Тема 1. Определение углерода органических соединений по Тюрину.

Тема 2. Определение углерода органических соединений фотометрическим методом.

РАЗДЕЛ 4. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ

Тема 1. Приготовление водной вытяжки из почвы, измерение рН суспензии и водной вытяжки из почвы.

Тема 2. Определение щёлочности водной вытяжки.

Тема 3. Определение хлорид-ионов в водной вытяжке.

Тема 4. Определение сульфат-ионов в водной вытяжке.

Тема 5. Определение натрия и калия в водной вытяжке.

Тема 6. Определение кальция и магния в водной вытяжке.

РАЗДЕЛ 7. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИОНООБМЕННЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ.

Тема 1. Вытеснение обменных катионов из почвы.

Тема 2. Количественное определение обменных Ca^{2+} и Mg^{2+}

РАЗДЕЛ 8. ПОКАЗАТЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ.

Тема 1. Определение актуальной кислотности.

Тема 2. Определение обменной кислотности.

Тема 3. Определение гидролитической кислотности.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

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

Контрольная работа 1. Введение в химический анализ почв.

1. Химический анализ почв, цель и задачи изучения.
2. Общая схема химического анализа почв. Её этапы.
3. Особенности почвы как объекта химического анализа.
4. Показатели химического состояния почв и их систематизация. Приемы интерпретации результатов химического анализа почв.
5. Единицы измерения показателей химического состояния почв. Единицы массы и количества вещества. Содержание понятий: моль, эквивалент, молярная масса. Способы выражения концентрации растворов. Молярность и нормальность раствора.
6. Вычисления в химическом анализе почв. Точность выражения результатов анализа. Число цифр и десятичных знаков, оставляемых при сложении и вычитании, умножении и делении.
7. Метрологические характеристики химического анализа. Метрологическая обработка результатов химического анализа.
8. Способы выражения результатов анализа почв. Гигроскопическая влага. Потеря при прокаливании. Коэффициенты пересчета для учёта влажности и потери при прокаливании. Коэффициенты пересчета «элемент – оксид», их использование в химическом анализе почв. Способы подготовки почвенных проб к анализу. Степень измельчения и масса навески. Ошибка репрезентативности.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Коллоквиум 1. Показатели и методы валового анализа минеральной части почв.

1. Валовой анализ почв. Место валового анализа в системе показателей химического состава почв.
2. Использование результатов валового анализа в почвоведении и смежных науках.
3. Способы выражения результатов анализа минеральной части почв. Потеря при прокаливании. Пересчет результатов анализа на прокаленную почву.
4. Инструментальные методы прямого анализа твёрдых проб. Их достоинства и недостатки.
5. Подготовка почвы к валовому анализу. Способы разложения почв: разложение кислотами, сплавление и спекание.
6. Сплавление со щелочами. Виды плавней. Правила работы с платиновой посудой.
7. Кислотное разложение почв. Кислоты и их смеси, используемые для разложения. Полное и неполное разложение. Разложение при конвективном нагреве и в лабораторных микроволновых печах.
8. Инструментальные методы анализа жидких продуктов разложения почв. Достоинства и недостатки. Особенности определения отдельных элементов.
9. Кремний в почвах и методы его определения. Состояние кремния в растворах. Фотометрический и гравиметрические (солянокислый, желатиновый) методы определения кремния.
10. Полуторные оксиды, Методы определения.
11. Железо в почвах и методы его определения. Комплексонометрический и фотометрические методы определения железа.

12. **Алюминий в почвах и методы его определения. Комплексонометрический и фотометрические методы определения алюминия.**
13. **Марганец в почвах и методы его определения: Фотометрические методы. Формальдоксимный и перманганатный методы определения марганца.**
14. **Фосфор в почвах и методы его определения. Фотометрические методы. Желтые и синие фосфорномолибденовые гетерополикислоты.**
15. **Кальций и магний в почвах и методы их определения. Комплексонометрический метод определения кальция и магния. Мешающие компоненты и способы их устранения при комплексонометрическом определении химических элементов в почвах.**
16. **Натрий и калий в почвах и методы их определения. Методы фотометрии пламени и атомной абсорбции.**
17. **Тяжёлые металлы в почвах и инструментальные методы их определения.**

Коллоквиум 2. Показатели и методы определения вещественного состава почв.

1. **Понятие о вещественном составе почв. Место вещественного состава почв в системе показателей химического состава почв.**
2. **Информативность показателей вещественного состава почв. Побочные реакции при выделении из почв индивидуальных химических соединений.**
3. **Методы определения содержания карбонатов и гипса.**
4. **Легкорастворимые соли, их содержание в почве и токсичность для растений. Подходы к оценке засоления почв и к выделению из почв легкорастворимых солей. Особенности использования и интерпретации результатов. Достоинства и недостатки.**
5. **Метод насыщенных водой почвенных паст. Приготовление паст и получение фильтратов из паст. Показатели и единицы, используемые для оценки засоления по результатам анализа фильтратов из насыщенных водой почвенных паст. Группировка почв по степени засоления на основе удельной электропроводности фильтратов из насыщенных водой почвенных паст.**
6. **Метод водных вытяжек из почв. Приготовление водных вытяжек. Показатели и единицы измерения, используемые для оценки засоления почв. Определение сухого (или плотного) остатка водной вытяжки. Методы определения катионов и анионов в водных вытяжках из почв.**
7. **Виды щелочности и анионы, их обуславливающие. Методы определения щелочности.**
8. **Методы определения хлорид-ионов. Определение хлорид-ионов методом осадительного титрования.**
9. **Методы определения сульфат-ионов: гравиметрический, комплексонометрический, фотометрический, турбидиметрический.**
10. **Методы определения катионов кальция и магния. Комплексонометрическое определение кальция и магния.**
11. **Методы определения натрия и калия. Метод фотометрии пламени.**
12. **Проверка точности результатов анализа водной вытяжки. Построение солевых профилей почв.**
13. **Оценка химизма и степени засоления почв методом водных вытяжек.**
14. **Критерии разделения почв на щелочные и засоленные нейтральными. Деление почв по типу (химизму) химизму засоления, проводимое по соотношению анионов.**
15. **Классификация почв по степени засоления, проводимая по сумме солей, либо по сумме токсичных солей. Оценка степени засоления в зависимости от гранулометрического состава.**

Коллоквиум 3. Показатели и методы определения элементного состава органической части почв.

1. Соединения углерода в почвах. Степени окисления углерода и соединения, им соответствующие.
2. Методы определения углерода органических соединений в почвах, их систематизация. Прямые и косвенные методы.
3. Способы разложения (озоления) почв для определения углерода органических соединений.
3. Методы, основанные на отгонке диоксида углерода: метод Густавсона, Кноппа-Сабанина. Элементные анализаторы. Принцип работы. Достоинства и недостатки.
4. Косвенные методы определения углерода органических соединений. Метод Тюрина. Титриметрический и фотометрический варианты метода. Мешающие компоненты.
5. Сравнительная оценка методов определения углерода органических соединений.
6. Соединения азота в почвах. Определение общего содержания азота по Кьельдалю: озоление органического вещества и количественное определение аммиака. Условия озоления органического вещества почв для определения азота. Отгонка и поглощение аммиака. Количественное определение азота, титриметрические и фотометрические варианты метода.
7. Определение общего содержания азота в почвах, содержащих нитраты.
8. Отношение C:N и его использование в почвоведении.

Коллоквиум 4. Показатели и методы определения ионообменных свойств почв.

1. Почвенный поглощающий комплекс и обменные катионы. Теоретические основы методов оценки ионообменных свойств почв.
2. Показатели ионообменных свойств почв и их значение для оценки качества окружающей среды.
3. Ёмкость катионного обмена (эффективная и стандартная). Обменные катионы, обменные основания, сумма обменных катионов, сумма обменных оснований. Степень насыщенности почв основаниями. Определение понятий, соотношение величин, единицы измерения.
4. Методы определения ёмкости катионного обмена в кислых, карбонатных, гипсосодержащих и засоленных почвах. Определение стандартной ёмкости катионного обмена по Бобко-Аскинази и по Пфэфферу.
5. Методы определения состава обменных катионов в ненасыщенных и насыщенных основаниями, а также в засоленных почвах.

Коллоквиум 5. Показатели и методы определения кислотно-основных свойств почв.

1. Кислотность почв. Показатели, их характеризующие. Виды почвенной кислотности.
2. Актуальная кислотность. Способы оценки актуальной кислотности почв. Особенности измерения рН. Суспензионный эффект. Соотношение уровней pH_{H_2O} , pH_{KCl} , pH_{CaCl_2} .
3. Потенциальная кислотность почв. Показатели потенциальной кислотности. Соотношение величин обменной и общей потенциальной кислотности.
4. Природа обменной кислотности и методы её определения. Определение обменных H^+ и Al^{3+} по Соколову.
5. Методы определения общей потенциальной (гидролитической) кислотности почв.

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы:

№ п/п	Авторы	Название книги/статьи	Отв. редактор	Место издания	Издательство	Год издания	Название журнала	Том журнала	Номер журнала
1.	Л. А. Воробьева, О. Г. Растворова, Д. В. Ладонин, О. В. Лопухина и др.	Теория и практика химического анализа почв	Л.А. Воробьева	Москва	ГЕОС	2006	-	-	-
2.	Л. А. Воробьева.	Химический анализ почв.	-	Москва	МГУ	1998	-	-	-
3.	Д. В. Ладонин, О. В. Лопухина, Е. А. Тимофеева	Практикум по химическому анализу почв. Рабочая тетрадь.		Москва	МГУ	2014	-	-	-

Б. Дополнительная литература – с выделением разделов.

№ п/п	Авторы	Название книги/статьи	Отв. редактор	Место издания	Издательство	Год издания	Название журнала	Том журнала	Номер журнала
1.	Л. А. Воробьева, Д. В. Ладонин, О. В. Лопухина, Т. А. Рудакова, А. В. Кирюшин	Химический анализ почв. Вопросы и ответы.	-	Москва		2012	-	-	-

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

В. Интернет-ресурсы

Электронная библиотека факультета почвоведения

<http://www.pochva.com/?content=1>

Библиотека химического факультета

<http://www.chem.msu.su/rus/library/welcome.html>

Химия почв

<http://c-carbon.info/>

Факультет почвоведения

<http://soil.msu.ru/kafedri/himia>

Сервисы по химии

<http://www.xumuk.ru/esa/>

Таблицы по химии

<http://chemistry.narod.ru/tablici/indicatori.htm>

Элементарные понятия статистики

<http://www.statsoft.ru/home/textbook/esc.html#Why%20the%20Normal%20distribution%20is%20important>

Журнал "Доклады по экологическому почвоведению"

<http://jess.msu.ru/>

Научная электронная библиотека

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Классификация почв России

<http://soils.narod.ru/>

Гуминовые вещества в биосфере

<http://humus.msu.ru>

Биосфера

<http://biospace.nw.ru/evoeco/index.htm>

Англо-русский терминологический словарь по почвоведению

http://dic.dssac.ru/cgi-bin/index.pl?page=../we_open.html

- Описание материально-технического обеспечения:

А. Помещения.

1. Лекционная потоковая аудитория, оборудованная мультимедийным проектором, экраном и компьютером с программным обеспечением для показа презентаций.
2. Два лабораторных практикума в расчёте на учебные группы численностью не более 8 человек, соответствующие требованиям, предъявляемым к химико-аналитическим лабораториям (наличие лабораторных столов, приточно-вытяжной вентиляции, кондиционирования воздуха, стабилизированного электропитания, водопровода с холодной и горячей водой, канализации обязательно). Должны быть созданы условия, позволяющие работать с концентрированными кислотами и щелочами, сильными окислителями и органическими растворителями.
3. Аудитории для коллоквиумов, рассчитанные на учебные группы численностью не более 8 человек, оборудованные мультимедийным проектором, экраном и компьютером с программным обеспечением для показа презентаций.

Б. Оборудование.

1. Для лекций. Персональный компьютер, подключенный к сети Интернет, мультимедийный проектор, экран.
2. Для лабораторных занятий. Лабораторный практикум на с соответствующим лабораторным оборудованием: вытяжка, газ, электричество, мойка (2 шт.), лабораторные столы, дистиллятор, сушильный шкаф (2 шт.), весы лабораторные аналитические (2 шт.) и технические(4шт.), холодильник.
 - Приборы: спектрофотометр (3 шт.), ААС, рентген-дифрактометр и рентген-флюоресцентный спектрометр, пламенный фотометр ПФК, потенциометры и ионометры (6 шт.), автоматический титратор (2 шт.), ионселективные электроды,
 - Оборудование для хранения, сушки, гомогенизации и фильтрации проб; для экстракции и концентрирования проб.
 - соответствующие приборы для определения химических свойств почв; оборудование для проведения химического анализа веществ в пробах воздуха, воды и почвы; оборудование для хранения, сушки, гомогенизации и фильтрации проб; оборудование для экстракции и концентрирования проб; рентген-дифрактометры и рентген-флюоресцентные спектрометры; весы различных классов точности; вспомогательное лабораторное оборудование; лабораторная посуда и расходные материалы
 - вспомогательное лабораторное оборудование, лабораторная посуда и расходные материалы.

В. Иные материалы: заранее отобранные и специальным образом подготовленные пробы почв, используемые студентами для выполнения практических работ.

9. Язык преподавания: русский

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности «Почвоведение» программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.