

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ПОЧВ

Кафедра почвоведения биологического факультета
Образовательная программа
06.03.02 Почвоведение

Направленность (профиль) программы
Земельный кадастр и сертификация почв

Уровень высшего образования
Бакалавриат
Форма обучения
очная

Статус дисциплины:

Входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала -2021

Рабочая программа дисциплины «Физика почв» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 06.03.02. Почвоведение от «7 августа 2020 г.» № 919

Разработчик: кафедра почвоведения, Галимова У. М., к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры почвоведения от «18» 5 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Асадулаев З.М..

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «02» июня 2021 г., протокол № 11.

Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика почв» входит в обязательную часть ОПОП образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.02 почвоведение

Дисциплина реализуется на факультете биологическом кафедрой почвоведения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных разделов физики почв (физика твердой фазы, гидрофизика, аэрофизика, термофизика, электрофизика, радиофизика почв и др.); усвоение соответствующих терминов и понятий, осознание студентами взаимосвязей между «физическими» и «нефизическими» параметрами почв и факторами почвообразования. В задачи курса входит также освоение главнейших лабораторных методов измерения физических параметров почв и способов интерпретации результатов наблюдений с целью выявления генезиса почв и их экологической (агроэкологической) оценки.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ОПК-3; ОПК-5, ПК-2;

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, практические занятия самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета

Объем дисциплины 108 часа 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
3	108	18	18	18			54	Зачет

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) физика почв являются : Знакомство с основами физики почв и физическими явлениями происходящими в почве. Изучение методов фундаментальной физики почв.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Физика почв» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.02 почвоведение

Дисциплина «Физика почв» входит в базовую часть по направлению подготовки 06.03.02 и служит теоретической основой для изучения других почвенных дисциплин. Курс с общей трудоемкостью 108ч (3 зач. ед.) читается на 2 курсе обучения в третьем семестре, включает 16 лекций 34 лабораторных 58 самост. завершается курс зачетом.

Перед началом освоения курса студент должен освоить дисциплины: Почвоведение, биология, геология, общая физика и др. Изучение курса позволяет максимально использовать общеобразовательный и культурологический потенциал дисциплины как учебного предмета для самоопределения студентов и выпускников в окружающем мире на основе системы общебиологических знаний, полученных умений и навыков.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из фГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК–3 общепрофессиональные компетенции	Способен оценивать качество земель, проводить почвенные, геоботанические, агрохимические и необходимые обследования, изыскания, а также проектировать и осуществлять мероприятия по охране, использованию, мониторингу и восстановлению	Знать : о современных теоретических положениях физики почв, об основных физических процессах и реакциях, происходящих в почве; о функциях почв, связанных с их физическими свойствами, нарушениях функций при загрязнении и их последствиях; Уметь: организовывать и проводить исследования,	Устный опрос, письменный опрос, коллоквиум

	почв и почвенного покрова	<p>направленные на оценку физических свойств и процессов в почве, а также выбрать наиболее подходящие для этого методы анализа, обработки и представления информации;</p> <p>Владеть; навыками оценки физического состояния почв и обоснованиями прогнозов их поведения в меняющейся природной обстановке</p>	
ОПК–5 Общепрофессиональные компетенции	Способен применять методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, навыки работы с современным оборудованием в профессиональной сфере	<p>Знать : Методы определения, изучения физических свойств</p> <p>Уметь: обрабатывать и анализировать информацию.</p> <p>Владеть; методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения,</p>	Устный опрос, письменный опрос, коллоквиум
ПК-2 Профессиональные компетенции	Организация полевых работ при проведении почвенных обследований	<p>Знать: основы почвоведения для полевых исследований</p> <p>Уметь: применять специализированные знания фундаментальных разделов почвоведения при проведении почвенных обследований в полевых условиях</p> <p>Владеть: методами обработки почвенных исследований в полевых условиях</p>	Устный опрос, письменный опрос, коллоквиум

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 _____ академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Почва-как физическое тело									
1	Почва гетерогенная многофазная, пористая система Фазы почвы.			2	2	2	4		Устный опрос Тестирование.
2	Гранулометрический состав.			2	2	2	4		Устный опрос
3	Структура почвы. Удельн. поверх. почвы			2	2	2	2		Тестирование.
4	Влажность почвы. Давление (потенциал) влаги в почве.			2	2	2	2		
Итого: модуль 1				8	8	8	12		
Модуль 2. Перенос веществ.									
5	Основная гидрофизическая характеристика. Движение воды в почве.			2	2	2	12		Устный опрос Тестирование.
6	Движение влаги в системе почва-растение атмосфера. Водный режим и			2	2	2	12		Устный опрос Тестирование

	баланс почв.								
									Устный опрос Тестирование
	Итого: модуль 2			4	4	4	24		
Модуль 3. Основы физических свойств.									
7	Перенос растворимых веществ в почве. Газовая фаза почвы. Теплофизика почв. Реология почв.			2	2	2	6		
									Устный опрос Тестирование
8	Деформация почв.			2	2	2	6		
9	Набухание и усадка почв. Липкость почв. Некоторые специальные вопросы физики почв.			2	2	2	6		
	Итого: модуль 3			6	6	6	18		
	Итого			18	18	18	54		

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Почва – как физическое тело.

Тема 1. Почва гетерогенная многофазная пористая система

Фундаментальные законы. Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела. Почва как физическое тело. Предмет физики почв. Почва гетерогенная многофазная пористая система
 Фазы почвы, их соотношение. Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов
 Порозность почв, агрегатов, межагрегатная. Типичные значения плотности и порозности почв Плотность почвы и урожай. Экологическое значение плотности почвы. Размеры пор и их функции. Дифференциальная

порозность почв. Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы

Тема 2. Гранулометрический состав почв. Фракции элементарных почвенных частиц Состав и свойства фракций гранулометрических элементов. Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического состава. Количественные характеристики распределения частиц по размерам Классификации почв по гранулометрии. Гранулометрический состав почвенного профиля . Гранулометрический анализ почв

Тема 3. Структура почвы. Микроагрегатный состав почв Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе . Оценка структуры. Ситовой анализ Оценка структуры почвы. Структура почвы и урожай Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха. Формирование почвенной структуры Строение агрегата. Основные теории структурообразования Значение амфифильных свойств почвенного органического вещества

Тема 4. Удельная поверхность почв.

Полная, внутренняя и внешняя удельные поверхности почв Изотерма адсорбции паров воды почвами. Уравнение БЭТ Определение и анализ данных по удельной поверхности Принципы методов определения удельной поверхности. Влажность почвы. Давление (потенциал) влаги в почве. Влажность. Различные формы выражения Формы воды в почве и энергетические константы Почвенно-гидрологические константы . Методы определения влажности почвы Прямые методы: термостатно-весовой Косвенные методы . Давление (потенциал) влаги в почве. Понятие о капиллярно-сорбционном (матричном) давлении влаги в почве Составляющие полного давления влаги в почве Термодинамическое обоснование потенциала влаги. Полный потенциал влаги и его составляющие О методах определения потенциала влаги в почве

Модуль 2. Характеристики почвы

Тема 1. Основная гидрофизическая характеристика. Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью □ основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). Физическая сущность и формы представления. Зависимость ОГХ от фундаментальных свойств почв Использование ОГХ Гистерезис ОГХ. О методах определения ОГХ Педотрансферные функции. Движение воды в почве. Движение воды в насыщенной влагой почве (фильтрация). Закон Дарси. Виды фильтрации и фильтрационных задач . Отклонения от закона Дарси. Водопроницаемость. Впитывание (инфильтрация) воды в почву. Коэффициенты фильтрации и впитывания: экспериментальные определения и расчеты Движение воды в не насыщенной влагой почве. Функция влагопроводности (коэффициент влагопроводности или ненасыщенной гидравлической проводимости) .

Модифицированный закон Дарси . Основное уравнение движения почвенной влаги. Расчет движения воды в не насыщенной влагой почве. Расчет с использованием основной гидрофизической характеристики (ОГХ) и функции влагопроводности. Расчет с использованием гидрологических констант .

Термовлагоперенос . Термопароперенос . Совместный парожидкостный перенос влаги в неизотермических условиях ... Перенос влаги в замерзающих почвах.

Тема 2. Движение влаги в системе почва-растение атмосфера. Понятие о влагообеспеченности растений. Транспирация Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе «почва растение атмосфера Критическое давление влаги в почве. Научные основы регулирования водного питания растений. Зависимость критического давления от различных факторов. Водный режим и баланс почв. Водный режим почв .Динамика влажности в почве. Водный режим почв Различные формы представления водного режима: распределение влажности по глубине, послойные динамики, хроно- и топоизоплеты. Водный баланс почв Составляющие и уравнение водного баланса. Оценка некоторых составляющих водного баланса. Испарение с поверхности почвы. Транспирация. Внутрипочвенный отток. Конденсация. Перенос растворимых веществ в почве. Конвективный перенос. Уравнение неразрывности. Диффузия. Гидродинамическая дисперсия. Уравнение конвективно-диффузионного переноса «Выходные кривые». Анализ процессов при движении ионов в почве. Кинетическая сорбция (десорбция) веществ Значение проточных и застойных зон порового пространства почв. Основные процессы и параметры переноса растворимых веществ в почве Термодинамические подходы к совместному переносу веществ, тепла, электрических зарядов. Принцип Онсагера.

Тема 3. Математические модели движения влаги и веществ в почвах. Основные этапы моделирования. Понятие о расчетных схемах, начальных, граничных условия экспериментальном обеспечении моделей . Процесс моделирования: «наполнение» модели экспериментальными данными, поливариантные расчеты Использование моделей. Газовая фаза почвы. Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв . Газовый состав почвенного воздуха. Газообмен с атмосферой. Перенос газов в почве Конвекция. Диффузия. Методы исследования газового состава почвенного воздуха. Теплофизика почв. Радиационный и тепловой баланс. .Радиационный баланс .Тепловой баланс Перенос тепла в почве. Основные механизмы Теплофизические свойства почв .Тепловой и температурный режимы почв Температурные оптимумы Классификация тепловых режимов Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств почв.

Модуль 3. Основы физических свойств.

Тема 1. Перенос растворимых веществ в почве.

Газовая фаза почвы. Теплофизика почв. Реология почв.

Типы связей и структур межчастичного взаимодействия . Основные понятия . Реологические законы для идеальных систем Основные реологические

модели, применяемые к почве.. Пределы Аттерберга. Взаимосвязь реологических состояний с ОГХ. Тиксотропия. Реопексия. Дилатансия

Тема 2 Деформация почв.

Набухание и усадка почв. Липкость почв. Некоторые специальные вопросы физики почв.

Деформация почв. Основные понятия. Деформации сжатия (растяжения) Деформации сдвига. Природные и антропогенно обусловленные физико-механические явления при деформациях сжатия и сдвига Прогноз уплотнения почв Сопротивление пенетрации. Набухание и усадка почв. Липкость почв.

Тема 3 Набухание Усадка почв и почвенных агрегатов. Липкость почв. Некоторые специальные вопросы физики почв. Преимущественные потоки влаги и веществ в почве Пространственная неоднородность физических свойств и процессов. Многокомпонентный перенос в зоне аэрации и в грунтовых водах. Конструирование почвы

Цель практических занятий: закрепить материал лекционного курса по физике почв, подробнее разобрать сложные и непонятые разделы, научиться решать основные типы задач, являющиеся основой для экологических, мониторинговых, мелиоративных исследований.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Почва –как физическое тело.

Тема №1 *Твердая фаза почвы*

1. Почва - гетерогенная, трехфазная, полидисперсная система. Объемное соотношение фаз, плотности фаз. Различные уровни организации твердой фазы (распределения частиц по размерам): гранулометрический, микроагрегатный, агрегатный.
2. Гранулометрический состав почв:
 - а) понятие об элементарной почвенной частице;
 - б) цель и методы определения гранулометрического состава. Классификация почв по гранулометрии;
 - в) способы выражения гранулометрического состава. Значение для оценки эволюции почв и практики сельского хозяйства.
3. Микроагрегатный состав. Необходимость выделения микроагрегатного уровня. Распределение микроагрегатов по размерам.
4. Агрегатный уровень. Понятие об агрономически ценной структуре. Способы оценки агрегатного состава. Водостойчивость почвенной структуры.
5. Плотность почвы: определения, формулы для расчета, размерности. Равновесная и оптимальная плотность почвы.
6. Порозность почвы. Определения. Дифференциальная порозность почвы. Значения для агрономической оценки почв.

Тема №2 Влажность почвы. Термодинамический потенциал почвенной влаги.

1. Содержание воды (влажность) и ее энергетическое состояние (потенциал)-основные величины, характеризующие состояние увлажнения почвы.
2. Основные почвенно-гидрологические константы: наименьшая влагоемкость, влажность разрыва капиллярной связи, влажность завядания, максимальная гигроскопическая влажность.
3. Химический потенциал, или парциальная удельная свободная энергия Гиббса как исходное понятие термодинамики почвенной влаги. Химический потенциал парообразной воды.
4. Потенциал воды в почве: теоретическое определение и термодинамический смысл. Полный потенциал воды в почве и его составляющие.
5. Единицы измерения потенциала воды. Понятие эквивалентного давления.
6. Теория методов определения потенциала воды в почве.
7. Основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) почвы и факторы, ее определяющие.
8. Гистерезис ОГХ почвы. Причины, его обуславливающие.

Модуль 2. Перенос веществ .

Тема №3 Движение воды и вещества в почве и растениях

Занятие 1

1. Общность подхода для оценки переноса воды, солей, тепла в почве. Поток влаги в почве. Размерности, расчеты. Понятие о градиенте потенциала переноса и коэффициенте переноса.
2. Значение различных составляющих потенциала (капиллярно-сорбционного, осмотического, гравитационного) для оценки переноса влаги.
3. Коэффициент переноса влаги в почве: насыщенная (коэффициент фильтрации) и ненасыщенная (коэффициент влагопроводности) гидравлическая проводимость. Их изменение с изменением гранулометрического состава и других физических свойств. Размерности.
4. Зависимость ненасыщенной гидравлической проводимости от влажности (потенциала, давления влаги) почвы - функция влагопроводности. Принципы методов неравновесной термодинамики при определении гидравлической проводимости. Методы стационарных и нестационарных потоков.

Занятие 2

1. Перенос влаги в системе почва-растение-атмосфера. Термодинамическая оценка возможности переноса.

2. Понятие о влагообеспеченности растений. Ее контроль по величинам потенциала (давления) влаги в почве. "Критическое" давление влаги в почве. Понятие доступности почвенной влаги растениями (на примере почв различного гранулометрического состава).
3. Оптимизация водообмена растений.
4. Перенос растворенных веществ в почве. Конвекция, диффузия, гидродинамическая дисперсия.
5. Фильтрационный эксперимент, выходная кривая. Такт. Зависимость выходной кривой от свойств движущегося иона, сорбция, нерастворяющийся объем воды).

Модуль 3 Основы физических свойств

Тема №4 "Теплообмен и температурный режим почвы"

1. Основные виды солнечной радиации. Радиационный баланс деятельной поверхности. Уравнение баланса.
2. Тепловой баланс. Анализ составляющих теплового баланса.
3. Перенос тепла в почве. Основное уравнение потока тепла в почве
4. Комплекс теплофизических характеристик почвы (теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, теплоусвояемость).
5. Связь теплофизических характеристик почвы с ее химико-минералогическим и гранулометрическим составами, плотностью и порозностью.
6. Зависимость теплофизических характеристик почвы от ее влажности.
7. Температура почвы и факторы, ее определяющие.
8. Температурный режим почв. Методы ее регулирования.

Тема №5 Газовая фаза почвы. Воздушный и газовый режимы почв

1. Воздушные свойства почвы: порозность аэрации, воздухо содержание. Единицы измерения, определяющие факторы.
2. Воздухообмен (аэрация) почвы: воздухопроницаемость, градиент давления. Основные механизмы газопереноса в почве. Факторы, влияющие на воздухообмен почв.
3. Дыхание почв. Отличие дыхания от воздухообмена.
4. Воздушный режим почв. Основные закономерности формирования воздушного режима в суточном, сезонном и газовом циклах.
5. Газовой состав почвенного воздуха. Содержание основных газов (кислорода, азота, углекислого газа). Условия, определяющие газовый состав почвенного воздуха. Оптимальные для развития растений диапазоны содержания кислорода и углекислого газа в почвенном воздухе.
6. Основные приемы улучшения воздушного и газового режима.

4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине

№	Модуль 1. Почва –как физическое тело.	Кол. ч
1	Тема:1 Подготовка образцов почвы и лабораторной посуды (по методике)	2
2	Тема:2 Определение гигроскопической влажности. (по методике)	2
3	Тема:3 Определение плотности (по методике)	2
4	Модуль 2. Перенос веществ Тема:4 Определение пористости почвы (по методике)	2
5	Тема:5 Определение гранулометрического состава почвы (по методике)	2
6	Тема:6 Ситовый гранулометрический анализ. (по методике)	2
7	Модуль 3 Основы физических свойств Тема:7 Определение микроагрегатного состава почв. (по методике)	2
8	Тема:8 Определение максимальной гигроскопичности(по методике)	2
9	Тема:9 Определение полевой влажности почвы(по методике)	2
	Итого	18

5. Образовательные технологии

При выполнении учебных нагрузок и образовательных программ применяются технологии; классическая лекция, практические и лабораторные занятия. Для проверки знаний студентов устный опрос, тестирование, демонстрация таблиц и рисунков. Используется составление студентами тестов по пройденной теме, мультимедийные технологии, составление и анализ таблиц, схем, использование специализированных лото, позволяющих закрепить материал; индивидуальное компьютерное и обычное тестирование, решение по ходу лекции ситуационных задач, способствующих пониманию материала, проведение ролевых игр.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые образовательные технологии
3	Л	Лекция - презентация Лекция-диалог Лекция – круглый стол Лекция – электронный поиск

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении лабораторно-практических работ по теме.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Кол.ч	Виды самостоятельной работы
1. Принципы изучения почвы.	4	Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх. Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации. Написание рефератов.
2 Экологическое значение плотности почв	4	
3.Классификация по гранулометрии.	4	
4.Структура почвы и урожай.	4	
5. Различные формы выражения влажности	4	
1.Полная,внутренняя и внешняя удельные поверхности	4	Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и
2.Формы воды в почве и энергетические	4	

константы.		деловых играх.
3.Понятие о капиллярно сорбционном давлении влаги в почве	4	Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации.
4.Педотрансферные функции.	4	Написание рефератов.
5.Термовлагоперенос.	6	
6.Зависимость критического давления от различных факторов.	6	
7.Водный баланс.	6	
итого	54	

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента на зачете. При этом проводятся: опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Для самостоятельной работы по физике почв предусмотрены консультации и индивидуальные занятия, для проведения которых дополнительно выделяется специальный день. Кроме того, для самоконтроля студентов в библиотеке ДГУ имеются пособия, подготовленные преподавателями по физике почв, почвоведении. Тестовые задания по почвоведению. Составитель Залибеков З.Г. Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2010

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Типовые контрольные задания

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Для внеаудиторной самостоятельной работы также используются задания по составлению тестов, конспектирование современных научных статей по теме с последующим их анализом, решение деловых задач

Тематика рефератов и методические указания по их выполнению

Основная задача реферата - научить студентов осмыслить и интерпретировать полученные знания по профилю и принять их в обработке фактического материала. Реферат составляется с использованием учебной, научной и научно-популярной литературы, периодических изданий научных журналов, докладов, информации. По биологии почв, оформляется реферат по общепринятой системе с приложением титульного листа, содержания, цели и задачи исследования, заключения и выводы, списка использованных литературных источников. В тексте реферата по ходу изложения материала даются ссылки на литературные источники. Объем реферата 10-12 страниц текста, студент должен владеть материалом,

ориентироваться в научных и практических достижениях и научно-обоснованно изложить общую концепцию затронутой проблемы.

Темы рефератов.

Почва как физическое тело.

Почва гетерогенная многофазная пористая система.

Фазы почвы, их соотношение

Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов. Порозность почв, агрегатов, межагрегатная

Типичные значения плотности и порозности почв

Классификации почв по гранулометрии

Гранулометрический состав почвенного профиля

Гранулометрический анализ почв

Структура почвы. Микроагрегатный состав почв

Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе

Оценка структуры. Ситовой анализ

Оценка структуры почвы

Структура почвы и урожай

Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха

Формирование почвенной структуры

Строение агрегата

Основные теории структурообразования

Понятие о влагообеспеченности растений. Транспирация

Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе «почва растение атмосфера»

Критическое давление влаги в почве. Научные основы регулирования водного питания растений .

Зависимость критического давления от различных факторов

Часть X. Водный режим баланс почв.

Водный режим почв.

Динамика влажности в почве. Водный режим почв Различные формы представления водного режима:

распределение влажности по глубине, послойные динамики, хроно- и топоизоплеты .

Водный баланс почв

Составляющие и уравнение водного баланса

Оценка некоторых составляющих водного баланса

Испарение с поверхности почвы. Транспирация

Внутрипочвенный отток.

Конденсация .

Перечень вопросов к коллоквиуму №1

Фундаментальные законы

Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела

Почва как физическое тело. Предмет физики почв

Почва гетерогенная многофазная пористая система.

Фазы почвы, их соотношение

Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов

Порозность почв, агрегатов, межагрегатная

Типичные значения плотности

и порозности почв

Плотность почвы и урожай

Экологическое значение плотности почвы

Размеры пор и их функции. Дифференциальная порозность почв

Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы

II. Гранулометрический состав. Фракции элементарных почвенных частиц

Состав и свойства фракций гранулометрических элементов.

Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического

состава. Количественные характеристики распределения частиц

по размерам

Классификации почв по гранулометрии. Гранулометрический состав

почвенного профиля Гранулометрический анализ почв III. Структура

почвы. 1. Микроагрегатный состав почв

2. Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе

3. Оценка структуры. Ситовой анализ

4. Оценка структуры почвы

5. Структура почвы и урожай

6. Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха

7. Формирование почвенной структуры

7.1. Строение агрегата

7.2. Основные теории структурообразования

7.3. Значение амфифильных свойств почвенного органического

вещества

IV. Удельная поверхность почв.

1. Полная, внутренняя и внешняя удельные поверхности почв

2. Изотерма адсорбции паров воды почвами. Уравнение БЭТ

3. Определение и анализ данных по удельной поверхности

4. Принципы методов определения удельной поверхности

Часть V. Влажность почвы. Формы воды и почвенно-гидрологические константы.

1. Влажность. Различные формы выражения

2. Формы воды в почве и энергетические константы

3. Почвенно-гидрологические константы

4. Методы определения влажности почвы

4.1. Прямые методы: термостатно-весовой

4.2. Косвенные методы

VI. Давление потенциал влаги в почве. 1. Понятие о капиллярно-сорбционном (матричном) давлении влаги

в почве

2. Составляющие полного давления влаги в почве
3. Термодинамическое обоснование потенциала влаги.
Полный потенциал влаги и его составляющие
4. О методах определения потенциала влаги в почве
- VII. Основная гидрофизическая характеристика.
 1. Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью – основная гидрофизическая характеристика (ОГХ).
Физическая сущность и формы представления
 2. Зависимость ОГХ от фундаментальных свойств почв
 3. Использование ОГХ
 4. Гистерезис ОГХ
 5. О методах определения ОГХ
 6. Педотрансферные функции
- VIII. Движение воды в почве.
 1. Движение воды в насыщенной влагой почве (фильтрация) .
 - 1.1. Закон Дарси..
 - 1.2. Виды фильтрации и фильтрационных задач .
 - 1.3. Отклонения от закона Дарси
 2. Водопроницаемость. Впитывание (инфильтрация) воды в почву .
 3. Коэффициенты фильтрации и впитывания: экспериментальные определения и расчеты
 4. Движение воды в не насыщенной влагой почве .
 - 4.1. Функция влагопроводности (коэффициент влагопроводности или ненасыщенной гидравлической проводимости) .
 - 4.2. Модифицированный закон Дарси .
 - 4.3. Основное уравнение движения почвенной влаги
 - 4.4. Расчет движения воды в не насыщенной влагой почве.
 - 4.4.1. Расчет с использованием основной гидрофизической характеристики (ОГХ) и функции влагопроводности.
 - 4.4.2. Расчет с использованием гидрологических констант .
 5. Термовлагоденос .
 - 5.1. Термопароденос .
 - 5.2. Совместный парожидкостный денос влаги в неизотермических условиях .
 - 5.3. Денос влаги в замерзающих почвах..

Перечень вопросов к коллоквиуму №2

- Часть IX. Движение влаги в системе почва-растение –атмосфера.
1. Понятие о влагообеспеченности растений. Транспирация
 2. Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе «почва растение атмосфера»
 3. Критическое давление влаги в почве. Научные основы регулирования водного питания растений .

4. Зависимость критического давления от различных факторов

Часть X. Водный режим баланс почв.

1. Водный режим почв.

1.1. Динамика влажности в почве. Водный режим почв

1.2. Различные формы представления водного режима: распределение влажности по глубине, послойные динамики, хроно- и топоизоплеты .

2. Водный баланс почв

Составляющие и уравнение водного баланса

Оценка некоторых составляющих водного баланс

Испарение с поверхности почвы. Транспирация

Внутрипочвенный отток..

Конденсация .

Часть XI. Перенос растворимых веществ в почве.

1. Конвективный перенос. Уравнение неразрывности

2. Диффузия .

3. Гидродинамическая дисперсия. Уравнение конвективно-диффузионного переноса

4. «Выходные кривые» .

Анализ процессов при движении ионов в почве.

Кинетическая сорбция (десорбция) веществ Значение проточных и застойных зон порового пространства почв .

5. Основные процессы и параметры переноса растворимых веществ в почве .

6. Термодинамические подходы к совместному переносу веществ, тепла, электрических зарядов. Принцип Онсагера .

Часть XII. Математические модели движения влаги и веществ в почвах.

1. Основные этапы моделирования..

2. Понятие о расчетных схемах, начальных, граничных условиях и экспериментальном обеспечении моделей .

3. Процесс моделирования: «наполнение» модели экспериментальными данными, поливариантные расчеты

4. Использование моделей .

Часть XIII. Газовая фаза

1. Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв .

2. Газовый состав почвенного воздуха. Газообмен с атмосферой .

3. Перенос газов в почве

3.1. Конвекция.

3.2. Диффузия.

4. Методы исследования газового состава почвенного воздуха

Часть XIV. Теплофизика почв

1. Радиационный и тепловой баланс .

- 1.1. Радиационный баланс .
- 1.2. Тепловой баланс
2. Перенос тепла в почве. Основные механизмы
3. Теплофизические свойства почв .
4. Тепловой и температурный режимы почв
5. Температурные оптимумы
6. Классификация тепловых режимов .
7. Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств почв.

Часть XV. Реология почв

1. Типы связей и структур межчастичного взаимодействия .
2. Основные понятия .
3. Реологические законы для идеальных систем
4. Основные реологические модели, применяемые к почве.
5. Пределы Аттерберга. Взаимосвязь реологических состояний с ОГХ .
6. Тиксотропия. Реопексия. Дилатансия

Часть XVI. Деформация почв.

1. Основные понятия .
2. Деформации сжатия (растяжения)
3. Деформации сдвига .
4. Природные и антропогенно обусловленные физико-механические явления при деформациях сжатия и сдвига
5. Прогноз уплотнения почв
6. Сопротивление пенетрации

Часть XVII. Набухание усадка почв. Липкость почв. 1. Набухание

2. Усадка почв и почвенных агрегатов .
3. Липкость почв .

Часть XVIII. Некоторые специальные вопросы физики почв.

1. Преимущественные потоки влаги и веществ в почве
2. Пространственная неоднородность физических свойств и процессов
3. Многокомпонентный перенос в зоне аэрации и в грунтовых водах
4. Конструирование почвы

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Физика почв»

1. Фундаментальные законы
2. Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела
3. Почва как физическое тело. Предмет физики почв
4. Фазы почвы, их соотношение
5. Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов
6. Порозность почв, агрегатов, межагрегатная
7. Типичные значения плотности и порозности почв
8. Плотность почвы и урожай

9. Экологическое значение плотности почвы
10. Размеры пор и их функции. Дифференциальная порозность почв
11. Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы
12. Фракции элементарных почвенных частиц
13. Состав и свойства фракций гранулометрических элементов.
14. Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического состава. Количественные характеристики распределения частиц по размерам
15. Классификации почв по гранулометрии
16. Гранулометрический состав почвенного профиля
17. Гранулометрический анализ почв
18. Микроагрегатный состав почв
19. Понятие о структуре почвы как об ее агрегатном составе
20. Оценка структуры. Ситовой анализ
21. Оценка структуры почвы
22. Структура почвы и урожай
23. Оптимальные диапазоны содержания воды и воздуха
24. Формирование почвенной структуры
25. Строение агрегата
26. Основные теории структурообразования
27. Значение амфифильных свойств почвенного органического вещества
28. Полная, внутренняя и внешняя удельные поверхности почв
29. Изотерма адсорбции паров воды почвами. Уравнение БЭТ
30. Определение и анализ данных по удельной поверхности
31. Принципы методов определения удельной поверхности
32. Влажность. Различные формы выражения
33. Формы воды в почве и энергетические константы
34. Почвенно-гидрологические константы
35. Методы определения влажности почвы
36. Прямые методы: термостатно-весовой
37. Косвенные методы
38. Понятие о капиллярно-сорбционном (матричном) давлении влаги в почве
39. Составляющие полного давления влаги в почве
40. Термодинамическое обоснование потенциала влаги. Полный потенциал влаги и его составляющие
41. О методах определения потенциала влаги в почве
42. Зависимость между капиллярно-сорбционным (матричным) давлением влаги и влажностью \square основная гидрофизическая характеристика (ОГХ). Физическая сущность и формы представления
43. Зависимость ОГХ от фундаментальных свойств почв
44. Использование ОГХ

45. Гистерезис ОГХ
46. О методах определения ОГХ .
47. Педотрансферные функции .
48. Движение воды в насыщенной влагой почве (фильтрация) ..
49. Закон Дарси..
50. Виды фильтрации и фильтрационных задач .
51. Отклонения от закона Дарси
52. Водопроницаемость. Впитывание (инфильтрация) воды в почву .
53. Коэффициенты фильтрации и впитывания: экспериментальные определения и расчеты
54. Движение воды в не насыщенной влагой почве .
55. Функция влагопроводности (коэффициент влагопроводности или ненасыщенной гидравлической проводимости) .
56. Модифицированный закон Дарси .
57. Основное уравнение движения почвенной влаги
58. Расчет движения воды в не насыщенной влагой почве.
59. Расчет с использованием основной гидрофизической характеристики (ОГХ) и функции влагопроводности.
60. Расчет с использованием гидрологических констант .
61. Термовлагодперенос .
62. Термопароперенос .
63. Совместный парожидкостный перенос влаги в неизотермических условиях
64. Перенос влаги в замерзающих почвах.
65. Понятие о влагообеспеченности растений. Транспирация
66. Термодинамический подход к описанию передвижения влаги в системе «почва □ растение □ атмосфера
67. Критическое давление влаги в почве. Научные основы регулирования водного питания растений .
68. Зависимость критического давления от различных факторов
69. Водный режим почв
70. Динамика влажности в почве. Водный режим почв
71. Различные формы представления водного режима: распределение влажности по глубине, послойные динамики, хроно- и топоизоплеты .
72. Водный баланс почв
73. Составляющие и уравнение водного баланса
74. Оценка некоторых составляющих водного баланса
75. Испарение с поверхности почвы. Транспирация
76. Внутрипочвенный отток..
77. Конденсация
78. Конвективный перенос. Уравнение неразрывности
79. Диффузия .

80. Гидродинамическая дисперсия. Уравнение конвективно-диффузионного переноса
81. «Выходные кривые» .
82. Анализ процессов при движении ионов в почве.
83. Кинетическая сорбция (десорбция) веществ
84. Значение проточных и застойных зон порового пространства почв .
85. Основные процессы и параметры переноса растворимых веществ в почве ..
86. Термодинамические подходы к совместному переносу веществ, тепла, электрических зарядов. Принцип Онсагера .
87. Основные этапы моделирования.
88. Понятие о расчетных схемах, начальных, граничных условиях и экспериментальном обеспечении моделей .
89. Процесс моделирования: «наполнение» модели экспериментальными данными, поливариантные расчеты
90. Использование моделей .
91. Основные понятия: аэрация и порозность аэрации, воздухообмен, воздухоносная порозность, дыхание почв .
92. Газовый состав почвенного воздуха. Газообмен с атмосферой .
93. Перенос газов в почве
94. Конвекция.
95. Диффузия.
96. Методы исследования газового состава почвенного воздуха
- 97 Радиационный и тепловой баланс .
98. Радиационный баланс .
99. Тепловой баланс
100. Перенос тепла в почве. Основные механизмы
101. Теплофизические свойства почв .
102. Тепловой и температурный режимы почв
103. Температурные оптимумы
104. Классификация тепловых режимов .
105. Методы изучения составляющих радиационного баланса и теплофизических свойств почв.
106. Типы связей и структур межчастичного взаимодействия .
107. Основные понятия .
108. Реологические законы для идеальных систем
109. Основные реологические модели, применяемые к почве.
110. Пределы Аттерберга. Взаимосвязь реологических состояний с ОГХ .
111. Тиксотропия. Реопексия. Дилатансия
112. Основные понятия .
113. Деформации сжатия (растяжения)
114. Деформации сдвига .

115. Природные и антропогенно обусловленные физико-механические явления при деформациях сжатия и сдвига
116. Прогноз уплотнения почв
117. Сопротивление пенетрации
118. Набухание
119. Усадка почв и почвенных агрегатов .
120. Липкость почв .
121. Преимущественные потоки влаги и веществ в почве
122. Пространственная неоднородность физических свойств и процессов
123. Многокомпонентный перенос в зоне аэрации и в грунтовых водах
124. Конструирование почвы

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях – 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 10 баллов,
- письменная контрольная работа - 10баллов,
- тестирование – 10 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=445256

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=222404

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=220321

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=493874

<http://www.iprbookshop.ru/>

а) основная литература:

1.Шеин, Е.В. Курс физики почв : учебник / Е. В. Шеин. - М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. - 432 с.

<http://www.iprbookshop.ru/13172.html>

2 Качинский Н.А. Физика почв. М., ч.І, 1965, ч.ІІ, 1970, 358 с.

7. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы изучения физических свойств почв и грунтов. Изд. 3-е, М., 1986, 416 с.

б) дополнительная литература:

1. Хабаров, Александр Владимирович.

Почвоведение : учебник / Хабаров, Александр Владимирович, А. А. Яскин, В. А. Хабаров. - М. : КолосС, 2007. - 311 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Рекомендовано МС/Х РФ. - ISBN 978-5-9532-0452-1 : 253-00.

2. Шеин, Евгений Викторович. Толковый словарь по физике почв / Шеин, Евгений Викторович ; Л.О.Карпачевский; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова. - М. : ГЕОС, 2003. - 124 с. - ISBN 5-89118-343-9 : 120-00.

3. Вальков, В.Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям: почвоведение, агрохимия, агрономия, защита растений, землеустройство, вод. хоз-во и мелиорация, биология и экология, плодоводство и виноградарство, физ. география / В. Ф. Вальков ; В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, В. И. Тюльпанов. - Краснодар : Совет. Кубань, 2002. - 723 с., 1 л. ил. - ISBN 5-7221-0504-X. http://нэб.пф/catalog/000199_000009_000973525/

4. Воронин, А.Д. Основы физики почв : Учеб. для вузов по спец. "Агрохимия и почвоведение" / А. Д. Воронин ; А. Д. Воронин. - Москва : Изд-во МГУ, 1986. - 243,1 с. http://нэб.пф/catalog/000199_000009_002143596/

1. Лурье, А.А. Сельскохозяйственная радиология и радиэкология : Учеб. пособие для студентов с.-х. вузов / А. А. Лурье ; А. А. Лурье; Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. Каф. применения изотопов и радиации в сел. хоз-ве. - Москва : Изд-во МСХА, 1999. - 219 с. - ISBN 5-7230-0439-5.

http://нэб.пф/catalog/000199_000009_000626357/

2. Тесля, А.В. Физика почв : учеб. пособие / А. В. Тесля ; Тесля А. В., Оренбургский государственный университет. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. - 115 с. РГБ) URL: http://нэб.пф/catalog/000199_000009_02000015675

3. Рачкова, Н.Г. Роль сорбентов в процессах трансформации соединений урана, радия и тория в подзолистой почве : The role of sorbents in transformation processes of uranium, radium, and thorium compounds in podzols : монография / Н. Г. Рачкова ; Н. Г. Рачкова, И. И. Шуктомова ; Российская акад. наук, Уральское отд-ние, Коми науч. центр, Ин-т биологии. - Санкт-Петербург : Наука, 2006. - 145, 1 с. - ISBN 5-02-026264-1. http://нэб.пф/catalog/000199_000009_002927589/

4. Галимова, Умлайла Магомедалиевна. Учебно-методическое пособие по организации и проведению лабораторных занятий по дисциплине "Физика почв" : для студентов специальности 06.03.02 "Почвоведение" / Галимова, Умлайла Магомедалиевна, Г. Ш. Гаджиев ; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2018. - 60 с. - 82-00.

5. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы. М., 1967. 580. с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

В) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

На факультете функционирует компьютерный класс.

Для интернет пользователей при ДГУ работает электронная библиотека с лекционным курсом по Физике почв, включая базу тестовых заданий для проверки знаний студентов.

1. www.eea.eu.int. www.priroda.ru.

2. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ edu.dgu.ru. (учебно-методические комплексы, контрольно-измерительные материалы, электронные учебники, учебные пособия и пр.)

3. электронные образовательные ресурсы регионального ресурсного центра rsc.dgu.ru (учебно-методические комплексы, контрольно-измерительные материалы, электронные учебники, учебные пособия и пр.)

4. электронные образовательные ресурсы научной библиотеки ДГУ (East View Information, Bibliophika, ПОЛПРЕД, КнигаФонд, eLibrary - 20; Электронная библиотека Российской научной библиотеки, Российская ассоциация электронных библиотек eLibria, Электронная библиотека РФФИ; Президентская библиотека имени Б.Н.Ельцина.

5. Электронные образовательные ресурсы компьютерного класса биологического факультета (учебно-методические комплексы, курсы лекций учебные пособия, контрольно-измерительные материалы, программы дисциплин и пр.).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе 1.7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Физика почв».

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение

современных научных материалов, освещение основных проблем. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса «Физика почв» особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Реферат. Реферат - это обзор и анализ литературы на выбранную Вами тему. Реферат это не списанные куски текста с первоисточника. Недопустимо брать рефераты из Интернета. Тема реферата выбирается Вами в соответствии с Вашими интересами. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры.

Реферат оформляется в виде машинописного текста на листах стандартного формата (А4). Структура реферата включает следующие разделы: титульный лист;

- оглавление с указанием разделов и подразделов;
- введение, где необходимо указать актуальность проблемы, новизну исследования и практическую значимость работы;
- литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы;
- заключение с выводами;
- список используемой литературы.

Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д. Все факты, соображения, таблицы, рисунки и т.д., приводимые из литературных источников студентами, должны быть сопровождаемы ссылками на источник информации.

Недопустимо компоновать реферат из кусков дословно заимствованного текста различных литературных источников. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника, отсутствие кавычек и ссылок означает плагиат и является нарушением авторских прав. Используемые материалы необходимо комментировать, анализировать и делать соответственные и желательные собственные выводы.

Все выводы должны быть ясно и четко сформулированы и пронумерованы. Список литературы оформляется строго по правилам Государственного стандарта.

Реферат должен быть подписан автором, который несет ответственность за проделанную работу.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая

перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При выполнении учебных нагрузок и образовательных программ применяются технологии; классическая лекция, интерактивная лекция с использованием профессионального комплекса компьютерной системы обработки материала. Для проверки знаний студентов устный опрос, тестирование, демонстрация таблиц и рисунков.

Используется составление студентами тестов по пройденной теме, мультимедийные технологии, составление и анализ таблиц, схем, использование специализированных лото, позволяющих закрепить материал; индивидуальное компьютерное и обычное тестирование, решение по ходу лекции ситуационных задач, способствующих пониманию материала, проведение ролевых игр.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- Ноутбук, медиа-проектор, экран.
- Программное обеспечение для демонстрации слайд-презентаций.
- Интернет материалы
- Почвенные образцы.
- Аналитическая лаборатория