

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
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**

профиль подготовки

Земельный кадастр и сертификация почв

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины:

Базовая

Махачкала -2017

Рабочая программа дисциплины «Физика почв» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.02 Почвоведение, профиль подготовки: Земельный кадастр сертификация почв. (Уровень бакалавриат)

от «12» 03. 2015 г. № 213

Разработчик(и): кафедра почвоведение, Галимова У.М. к.б.н. доцент.

\_\_\_\_\_ (кафедра, ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры \_\_\_\_\_ от 3. 05. 2017 г., протокол № 9

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Асадулаев З. М.

(подпись)

на заседании Методической комиссии \_\_\_\_\_ факультета от

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г., протокол № \_\_\_\_\_.

/Председатель \_\_\_\_\_ Гаджиева И.Х.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г. \_\_\_\_\_

(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика почв» входит в базовую часть 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: общекультурных – ОПК-1 ; ПК-3; ПК-4; ПК-5

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

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

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 экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
3	108	14	20	20			54	Зачет

**1. 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 ООП 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 14 лекций 20 лабораторных 20 практических 54 самост. завершается курс зачетом.

Перед началом освоения курса студент должен освоить дисциплины: Почвоведение, биология, геология, общая физикаи 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) .**

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
(ОПК–1);	владение методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии ,биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.	Знать :о современных теоретических положениях физики почв, об основных физических процессах и реакциях, происходящих в почве; о функциях почв, связанных с их химическими и физико-химическими свойствами.  Уметь: организовывать и проводить исследования, направленные на оценку физических свойств и процессов в почве, а также выбрать наиболее подходящие для этого методы анализа, обработки и представления информации;

		Владеть; навыками оценки физического состояния почв и обоснованиями прогнозов их поведения в меняющейся природной обстановке.
(ПК-3);	способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок производственно-технологическая деятельность: способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов полевых исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв ;	<b>Знать:</b> приемы составления отчетов и обзоров. <b>Уметь:</b> применять на практике теоретические знания <b>Владеть</b> основами методов полевых исследований.
(ПК-4);	Готовностью использовать специализированные знания в области почвоведения на основании освоения профильных дисциплин в рамках программы бакалавриата	<b>Знать:</b> _профильные дисциплины <b>Уметь:</b> _использовать специализированные знания в области почвоведения <b>Владеть:</b> готовностью использовать специализированные знания на основании профилных дисциплин на практике.
(ПК-5);	готовностью применять специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения физических, химических и экологических основ почвоведения;	<b>Знать:</b> Основы физики почв. <b>Уметь:</b> основываться на знания фундаментальных разделов <b>Владеть:</b> физическими , химическими и экологическими основами физики почв.

#### 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	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Почва гетерогенная многофазная, пористая система.									
1	Фазы почвы.			1	2	2	2		Устный опрос Тестирование.
2	Гранулометричес кий состав.			1	2	2	4		Устный опрос
3	Структура почвы.			1	1	1	4		Тестирование.
4	Удельная поверхность почвы			1			4		Устный опрос
5	Влажность почвы. Давление (потенциал) влаги в почве.			2	1	1	4		
Итого: модуль 1				6	6	6	18		
Модуль 2. Перенос веществ.									
1	Основная гидрофизическая характеристика. Движение воды в почве.			1	2	2	6		Устный опрос Тестирование.
2	Движение влаги в системе почва- растение атмосфера. Водный режим и баланс почв. Перенос растворимых веществ в почве.			2	4	2	6		Устный опрос Тестирование

3	Математические модели движения влаги и веществ в почвах.			1	2	2	6		Устный опрос Тестирование
	Итого: модуль 2			4	8	6	18		
Модуль 3. Основы физических свойств.									
1	Газовая фаза почвы.			1	2	2	6		
	Теплофизика почв.				1				Устный опрос Тестирование
2	Реология почв.			1	1	4	6		
3	Деформация почв.			1	1				
4	Набухание и усадка почв. Липкость почв. Некоторые специальные вопросы физики почв.			1	1	2	6		
	Итого: модуль 3			4	6	8	18		
	Итого			14	20	20	54		

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### Модуль 1. Почва гетерогенная многофазная пористая система

**Тема 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.

**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 паро-жидкостный 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 условиях 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.

**Тема 4.** 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. Деформация почв. Основные понятия. Деформации сжатия (растяжения) Деформации сдвига. Природные и антропогенно обусловленные физико-механические явления при деформациях сжатия и сдвига. Прогноз уплотнения почв. Соппротивление пенетрации. Набухание и усадка почв. Липкость почв. 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

### Темы практических работ.

№	Тема	Кол.ч
1	Твердая фаза почвы.	4
2	Влажность почвы.	4
3	Движение воды и вещества в почве и растениях.	4
4	Теплообмен и температурный режим почвы.	4
5	Газовая фаза почвы. Воздушный и газовый режим почв.	4
	Итого	20

### Темы лабораторных работ.

	Тема	Кол.ч
1	Подготовка образцов почвы и лабораторной посуды	2
2	Определение гранулометрического состава почвы без приборов.	2
3	Ситовой гранулометрический анализ.	2
4	Гранулометрический анализ по методу Рутковского.	2
5	Определение гигроскопической влажности.	2

6	Определение полной влагоемкости.	4
7	Определение плотности почвы	2
8	Определение водопроницаемости методом применения цилиндров и осадения.	4
	итого	20

### 5. Образовательные технологии

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.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии
5	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	Кол .ч	Виды и содержание самостоятельной работы
-------------------------------------	-----------	--

изучения		
1. <b>Тема</b> . 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.	6	
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 деловых играх. Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации. Написание рефератов.
2.Формы воды в почве и энергетические константы.	6	
3.Понятие о капиллярно сорбционном давлении влаги в почве	4	
4. Педотрансферные функции.	4	
5.Термовлагоперенос.	4	
6. Зависимость критического давления от различных факторов.	4	
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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1	<p><u>Знать</u>: методы обработки анализа, принципы обобщения полевой и лабораторной информации в области почвоведения и его разделов.</p> <p><u>Уметь</u>: на профессиональном уровне применять теоретические знания на практике.</p> <p><u>Владеть</u> методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии почв.</p>	Устный опрос, письменный опрос
ПК-3,	<p><u>Знать</u> : приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок ;</p> <p><u>Уметь</u>: применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов полевых исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, охраны и рационального использования почв.</p> <p><u>Владеть</u>: способностью применять теоретические знания на практике.</p>	Письменный опрос. Устный опрос,
ПК-4	<p><u>Знать</u>: основы почвоведческих дисциплин.</p> <p><u>Уметь</u>: использовать специализированные знания в области почвоведения на основании освоения профильных дисциплин в рамках программы бакалавриата .</p> <p><u>Владеть</u>: приемами обработки и исследований почв во всех областях направления почвоведения.</p>	Круглый стол Письменный опрос. Устный опрос
ПК-5	<p><u>Знать</u>: основы фундаментальных разделов почвоведения. <u>Уметь</u>: применять специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения физических, химических и экологических основ почвоведения;</p> <p><u>Владеть</u>: Способностью применять теоретические фундаментальные знания разделов почвоведения в химии почв.</p>	Круглый стол Письменный опрос. Устный опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции «ОПК-1»

«Владение методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Способность к обобщению и анализу на основе общей культуры мышления, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её оптимального достижения, кооперации с коллегами, в коллективе, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности.</p> <p>Участие в образовательном процессе по почвоведению с изложением теоретических основ почвоведения, введением и ассистированием лабораторных полевых занятий по различным разделам почвоведения для обучающихся.</p>	Слабо владеет постановкой цели и выбором путей оптимального её достижения.	хорошо владеет постановкой цели и выбором путей оптимального её достижения. Проведением измерений, наблюдений.	Прекрасно владеет постановкой цели и выбором оптимального её достижения. Проведением измерений, наблюдений. Составление описания проводимых исследований.

Схема оценки уровня формирования профессиональной компетенции ПК-3 «Способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок ; производственно-технологическая деятельность: способностью применять

на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов полевых исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Работа на экспериментальных установках, моделях, работа на лабораторном оборудовании и приборах, работа на полевом оборудовании и приборах. Участие в работе семинаров, научно-технических конференций, в подготовке публикаций, составлении заявок на изобретения и открытия. Участие в проведении полевых почвенных и почвенно-экологических наблюдений и измерений с использованием современных технических средств. Сбор, обработка, обобщение фондовых почвенных, почвенно-экологических, химических и других данных с использованием современных методов анализа, вычислительной техники информационных ресурсов.	Слабо владеет работой на лабораторном оборудовании и приборах.	Хорошо владеет работой на лабораторном оборудовании и приборах, работой на полевом оборудовании и приборах	Прекрасно владеет работой на лабораторном оборудовании и приборах. Сбором обработкой геохимических данных с использованием современных методов анализа.

Схема оценки уровня формирования профессиональной компетенции ПК-4 «Готовностью использовать специализированные знания в области почвоведения на основании освоения профильных дисциплин в рамках программы бакалавриата».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала
---------	--	-----------------

	продемонстрировать)	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Применение специализированных знаний в области почвоведения при проведении полевых почвенных и почвенно-экологических наблюдений и измерений с использованием современных технических средств. Сбор, обработка, обобщение фондовых почвенных, геофизических, геохимических, почвенно-экологических, и других данных с использованием современных методов анализа, вычислительной техники информационных ресурсов.</p>	<p>Слабо владеет полевым и почвенно-экологическими наблюдениями.</p>	<p>Хорошо владеет полевыми почвенно-экологическими наблюдениями и измерениями с использованием современных технических средств.</p>	<p>Прекрасно владеет полевыми почвенно-экологическими наблюдениями и измерениями с использованием современных технических средств. Сбор, обработка, обобщение фондовых почвенных, геофизических, почвенно-экологических, данных с использованием современных методов анализа, вычислительной техники информационных ресурсов.</p>



Схема оценки уровня формирования профессиональной компетенции ПК-5 «Готовностью применять специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения физических, химических и экологических основ почвоведения»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Применение фундаментальных знаний органической химии, физики для освоения физико-химических основ, методов и приемов химического анализа и обработкой данных анализов в области почвоведения.	Слабо владеет основами фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения физико-химических основ.	Хорошо владеет основами фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения физико-химических основ области почвоведения.	Отлично владеет основами фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения физико-химических основ и методов и приемов химического анализа в области почвоведения.

--	--	--	--	--

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительной оценки по дисциплине быть не может.

### **7.3. 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 баланс

Испарение с поверхности почвы. Транспирация

Внутрипочвенный отток..

Конденсация .

### **Перечень вопросов к коллоквиуму №1**

1. Фундаментальные законы

2. Принципы изучения почвы как природного естественно-исторического тела

3. Почва как физическое тело. Предмет физики почв

I. Почва гетерогенная многофазная пористая система.

1. Фазы почвы, их соотношение

2. Плотность твердой фазы, почвы, агрегатов

3. Порозность почв, агрегатов, межагрегатная

4. Типичные значения плотности

и порозности почв

5. Плотность почвы и урожай

6. Экологическое значение плотности почвы

7. Размеры пор и их функции. Дифференциальная порозность почв

8. Методы определения плотности почв, агрегатов, твердой фазы

II. Гранулометрический состав. 2. Фракции элементарных почвенных частиц

3. Состав и свойства фракций гранулометрических элементов.

4. Интегральные и дифференциальные кривые гранулометрического состава. Количественные характеристики распределения частиц по размерам

5. Классификации почв по гранулометрии

6. Гранулометрический состав почвенного профиля

7. 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. Термовлагоперенос .
  - 5.1. Термопароперенос .
  - 5.2. Совместный парожидкостный перенос влаги в неизотермических условиях .
  - 5.3. Перенос 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  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. Термовлагоденос .
62. Термопароденос .



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

7.4. 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. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

а) основная литература:

1. Воронин А.Д. Основы физики почв. М. 1986, 244с.
2. Качинский Н.А. Физика почв. М., ч.І, 1965, ч.ІІ, 1970, 358 с.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы изучения физических свойств почв и 4. грунтов. Изд. 3-е, М., 1986, 416 с.
5. Ковда В.А., Розанов Б.Г. (отв.редакторы) Почвоведение. В 2-х частях. ч.І: Почва и почвообразование. М., 1988, 400 с. Гл. 12-14, 19, 20.
6. Растворова О.Г. Физика почв (практическое руководство) Л., 1983

б) дополнительная литература: 1. Бахтин П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. М., 1969, 184 с.

2. Березин П.Н. Гранулометрия почв и почвообразующих пород. Структурно-функциональные и гидрофизические свойства набухающих почв // Современные физические и химические методы исследования почв. М., 1987, с. 56-72 и 20-45.
3. Березин П.Н. Физическая деградация почв: параметры состояния // Почвоведение, 1994, № 11, с.67-70.
4. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. М.: Колос, 1972, 300 с.
5. Карпачевский А.О. Динамика свойств почв. М.: Геос, 1997. 220 с
6. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы. М., 1967. 580. с.
7. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеиздат, ч. І, 1965, 466 с. ч. ІІ, 1969.
8. Учебное руководство к полевой практике по физике почв. (под ред. А.Д. Воронина). М.: Изд. МГУ, 1988, 92.с.
9. Физические и водно-физические свойства почв. Сост. В.А.Рожков. А.Г.Бондарев и др. М: Изд. Моск.гос.университета леса..2002. 74.с.
10. Шеин Е.В., Архангельская Т.А., Гончаров В.М и др. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв. М: Изд. МГУ. 2001. 199 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](http://www.eea.eu.int). [www.priroda.ru](http://www.priroda.ru).

2. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://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](http://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.**

### **Методические указания студентам**

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