



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов

УТВЕРЖДАЮ \_\_\_\_\_

Декан биолого-почвенного факультета  
А. Н. Матвеев  
« 15 » апреля 20 19 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.Б.17 «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ»



Направление подготовки: 06.03.02 «Почвоведение»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: Управление земельными ресурсами

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК  
биолого-почвенного факультета

Протокол № 4 от « 15 » 04 20 19 г.

Председатель \_\_\_\_\_ А.Н.Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6  
От « 10 » 04 20 19 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н. И. Гранина

Иркутск 2019 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
2. Место дисциплины в структуре ООП.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	3
5. Содержание дисциплины .....	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины.....	4
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами .....	5
5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий.....	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	7
6.1. План самостоятельной работы студентов.....	8
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работе студентов.....	10
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:.....	10
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
10. Образовательные технологии.....	11
11. Оценочные средства. (ОС) .....	12

**1. Цель:** Познакомить студентов с общими вопросами методологии математического моделирования, местом этого метода в почвенных исследованиях, спецификой почвы как объекта моделирования; научить основам техники математического моделирования в почвенных исследованиях.

**Задачи курса:**

Рассмотреть почву как сложную природную систему и необходимость ее изучения с помощью математического моделирования. Изучить классификацию, основные свойства, принципы построения и направления использования математических моделей. Приобрести элементарные практические навыки по математическому моделированию почвенных процессов.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП:** Данная учебная дисциплина относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр. В курсе используются сведения следующих дисциплин базовой и вариативной части: «Информатика», «Учение о почвенных свойствах и процессах», «Физика почв», «Почвоведение», «Экология», «Химия почв», «Физика почв», «Агроклиматология». Содержание курса используется дисциплинами вариативной части – «Избранные главы физики почв», «Мелиорация почв», «Оптимизация плодородия почв», «Основы грунтоведения».

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс обучения направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1: владение методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- Знать теоретические основы математического моделирования; особенности почвы как объекта математического моделирования; существующие подходы к математическому моделированию почвенных процессов; методы построения и использование основных типов математических моделей (ОПК-1);
- Уметь оценить необходимость применения, обосновать выбор соответствующих математических моделей для решения конкретных задач в почвоведении (ОПК-1);
- Владеть терминологией изучаемой дисциплины и смежных с ней дисциплин; навыками использования имеющегося аппаратного и программного обеспечения для целей математического моделирования (ОПК-1).

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
				6	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	58/1,61			58/1,61	
<b>Из них объем занятий с использованием</b>	11,6/0,3			11,6/0,3	

<b>электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</b>					
Лекции	14/0,4			14/0,4	
Практические занятия (ПЗ)	42/1,2			42/1,2	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2/0,1			2/0,1	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>50/1,4</b>			<b>50/1,4</b>	
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Расчеты	36/1,0			36/1,0	
Создание презентации	14/0,4			14/0,4	
Вид промежуточной аттестации (зачет)					
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>58</b>			<b>58</b>	
Общая трудоемкость	108			108	
Зачетные единицы	3			3	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Математическое моделирование – основа системного анализа почв. Тема 1. Почва как объект системного анализа. Почва как сложная природная система. Системные признаки. Виды систем. Математическое определение системы. Основные этапы системного анализа. Моделирование в системном анализе. Достоинства и недостатки методов математического моделирования. Тема 2. Свойства и классификация математических моделей. Классификация моделей. Цель построения моделей. Изображение структуры математических моделей (графы, потоковые диаграммы). Оценка математической модели (реалистичность, точность, общность). Перспективы использования математических моделей в почвоведении. Раздел 2. Основные подходы к математическому моделированию в почвоведении. Тема 3. Свойства почвы как объекта математического моделирования. Особенности почвы как объекта моделирования. Высокая сложность и иерархичность строения. Незамкнутость. Полифакторность внешней среды. Целостность. Динамичность. Нестационарность. Инерционность. Нелинейность. Этапы построения моделей сложных динамических систем: постановка задачи, концептуализация, спецификация, наблюдения, идентификация, эксперименты, проверка модели, исследование модели, оптимизация модели, заключительный синтез. Тема 4. Эмпирические математические модели. Эмпирические математические модели. Способы выражения математических моделей. Понятие аргумент и функция. Однофакторные и многофакторные математические модели. Линейные и криволинейные функции. Эмпирическая линия регрессии. Выравнивание эмпирических рядов. Аппроксимация данных. Установление связи между изучаемыми признаками методами корреляционного анализа. Методика проведения корреляционного анализа. Параметрические и непараметрические показатели связи. Коэффициенты корреляции (Пирсона, Спирмена). Ошибка коэффициента корреляции. Достоверность коэффициента корреляции. Линейная и криволинейная корреляция. Способы построения эмпирических математических моделей. Регрессионный анализ. Основные положения регрессионного анализа. Линейная и криволинейная регрессия. Способы построения регрессионных зависимостей разных видов (полиномиальная, экспоненциальная, гиперболическая). Оценка адекватности эмпирической

формулы экспериментальному ряду. Тема 5. Теоретические математические модели. Теоретические и полуэмпирические математические модели. Теоретические математические модели. Особенности теоретических математических моделей. Области применения теоретических математических моделей при изучении почвенных процессов. Особенности построения теоретических моделей. Полуэмпирические математические модели. Особенности полуэмпирических математических моделей. Области применения полуэмпирических математических моделей при изучении почвенных процессов. Особенности построения полуэмпирических моделей. Тема 6. Динамические математические модели. Особенности динамических моделей и способы их построения. Разностные или дифференциальные уравнения. Точечные и распределенные динамические модели. Решение дифференциальных уравнений. Численное интегрирование. Принцип «узкого места». Качественный анализ динамических моделей. Фазовое пространство. Устойчивость динамических систем. Особые точки. Фазовые портреты. 6 Раздел 3. Применение математических моделей в почвоведении Тема 7. Математическое моделирование теплового режима почв. Зависимость теплоемкости почвы от ее влажности. Коэффициенты теплоемкости и теплопроводности. Эмпирические коэффициенты, определяющие зависимость теплопроводности от влажности. Уравнение теплопроводности и формулировка краевых условий. Граничные условия. 1-го и 2-го рода. Влияние на теплообмен почвы приземного слоя почвы и растительности. Тема 8. Математическое моделирование водного режима почв. Движение влаги ненасыщенной зоне почвы. Закон Дарси. Водный потенциал и коэффициент влагопроводности. Уравнение неразрывности. Формулировка краевой задачи. Компартментальные модели тепло- и влагопереноса в почве. Теплообмен почвенных компартментов. Влагообмен почвенных компартментов. Тема 9. Математическое моделирование солевого режима почв. Выбор основных почвенных мигрантов. Этапы моделирования солевого режима. Одномерная модель. Выбор подмоделей. Закон Генри. Физико-химическое равновесие в почве. Уравнения Гапона, Дебая-Гюккеля, Фика. Гидродинамическая дисперсия. Тема 10. Математическое моделирование биогеосистемы. Обоснование цели, выбор типа модели, построение модели. Компьютерная реализация модели. Исследование модели.

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п / п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Б.1.Б.9 «Информатика»			+	+	+	+	
2	Б.1.Б.15 «Почвоведение»	+		+	+	+	+	+
3	Б.1.Б.17 «Экология»	+	+	+	+	+	+	+
4	Б.1.Б.18 «Учение о почвенных свойствах и процессах»	+		7				+
5	Б1. Б.25 «Химия почв»	+				+		+

6.	Б.1.Б.26 «Физика почв»	+			+	+		
7.	Б1.В.ОД.6 «Агроклиматология»	+			+	+		+
8	Б.1.В.ОД.17 «Избранные главы физики почв»	+		+	+	+		+
9	Б.1.В.ОД.26 «Мелиорация почв»					+	+	+
10	Б.1.В.ДВ.6.2 «Оптимизация плодородия почв»	+	+	+	+	+		+
11	Б.1.В.ДВ.9.2 «Основы грунтоведения»	+		+	+	+	+	

### 5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Раздел 1. Математическое моделирование - основа системного анализа почв	Тема 1. Почва как объект системного анализа. 1	1	4	-	-	5	10
		Тема 2. Свойства и классификация математических моделей.	1	4	-	-	5	10
2	Раздел 2. Основные подходы к математическому моделированию в почвоведении	Тема 3. Свойства почвы как объекта математического моделирования	1	6	-	-	5	12
		Тема 4. Эмпирические математические модели	1	4	-	-	5	10
		Тема 5. Теоретические математические модели	1	4	-	-	5	10
		Тема 6. Динамические математические модели	2	4			5	11

3	Раздел 3. Применение математических моделей в почвоведении	Тема 7. Математическое моделирование теплового режима почв.	2	4	-	-	5	11
		Тема 8. Математическое моделирование водного режима почв.	2	4			5	11
		Тема 9. Математическое моделирование солевого режима почв	2	4			5	11
		Тема 10. Математическое моделирование биogeосистемы	1	4			5	10
	Итого	Всего 108	14	42	-	-	50	106

#### 6. Перечень семинарских, практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	2.4. Эмпирические математические модели	Проведение линейного корреляционного анализа в программе MS Excel Проведение линейного регрессионного анализа в программе MS Excel Нелинейный регрессионный анализ. Нахождение степенного уравнения с применением метода линеаризации кривых в программе MS Excel.	6	Проверка правильности расчетов с устным опросом	ОПК-1
2	2.5.	Нелинейный регрессионный	4	Проверка	

	Теоретические математические модели	анализ. Нахождение экспоненциального уравнения с применением метода линеаризации кривых в программе MS Excel Нелинейный регрессионный анализ. ПК-1 Нахождение гиперболического эмпирического уравнения методом линеаризации кривых в программе MS Excel.		правильность и расчетов с устным опросом	
3	2. 6. Динамические математические модели	Проведение линейного непараметрического корреляционного анализа в программе MS Excel Нелинейный регрессионный анализ. Нахождение полинома второй степени с применением метода наименьших квадратов в программе MS Excel. Численное интегрирование дифференциальных уравнений в программе MS Excel..	6	Проверка правильности и расчетов с устным опросом	
4	3.7. Математическое моделирование теплового режима почв.	Компартментационная модель теплопереноса в почвенном горизонте в программе MS Excel.	2	Проверка правильности и расчетов с устным опросом	
5	3.8. Математическое моделирование водного режима почв.	Компартментационная модель теплопереноса в почвенном горизонте в программе MS Excel.	2	Проверка правильности и расчетов с устным опросом	
6	3.9. Математическое моделирование солевого режима почв	Точечная математическая модель распределения веществ элементов питания растений в почве в программе MS Excel.	4	Проверка правильности и расчетов с устным опросом	ОПК-1
7	3.10. Математическое моделирование биогеосистемы	Простая математическая модель эволюции биогеосистемы.	4	Проверка правильности и расчетов с устным опросом	

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Тема 1. Почва как объект системного анализа.	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	1
2	Тема 2. Свойства и классификация математических моделей.	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	1
3	Тема 3. Свойства почвы как объекта математического моделирования	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	2
4	Тема 4. Эмпирические математические модели	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	4
5	Тема 5. Теоретические математические модели	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	4
6	Тема 6. Динамические	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных,	6

	математическое моделирование		вопросы	информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	
7	Тема 7. Математическое моделирование теплого режима почв.	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	2
8	Тема 8. Математическое моделирование водного режима почв.	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	2
9	Тема 9. Математическое моделирование солевого режима почв	Подготовка к устному опросу	Подготовить устные ответы на контрольные вопросы	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	2
10	Тема 10. Математическое моделирование биогеосистем	Подготовка к тестированию	Изучить информацию по теме	Конспект лекций и Рекомендуемая литература приведена в п.8 а, б) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, приведенные в п. 8 г	4

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов обеспечивается наличием - методических материалов и информационных ресурсов (указания, справочная литература, электронный учебный курс, доступность ИНТЕРНЕТ); - контролируемых материалов (тесты, контрольные вопросы). Самостоятельная работа студентов обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и качественном уровне сделанных докладов по рефератам, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и др. форм текущего контроля. Контроль самостоятельной работы (КСР) и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: 1) самоконтроль и самооценка студента; 2) контроль и оценка со стороны преподавателя. Контроль преподавателем осуществляется, по установленному графику КСР .

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) не предусмотрены учебным планом.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Росновский И.Н. Системный анализ и математическое моделирование процессов в почвах: Учеб.пособие / Под ред. Д-ра биол.наук С.П. Кулижского. - Томск: Томский государственный университет, 2007. - 312 с.

2. Смирязев А.В., Исачкин А.В., Панкина Л.К. Моделирование в биологии и сельском хозяйстве. Учебное пособие. – М.ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА, 2008, 132 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Информатика [Text] : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений, обуч. по спец. "Информатика" / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2003. - 810 с. : ил. (154 экз).

2. Рыжова И.М. Математическое моделирование почвенных процессов. М.: Изд-во МГУ, 1987. – 86 с.

3. Шеин Е.В., Гончаров И.М. Агрофизика. Ростов н/Д.: Феникс, 2006. - 400 с.: ил. - (Высшее образование).

4. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы. Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 250 с. 11

### **в) программное обеспечение**

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444. Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238. Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241. Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cada87f-29b2a19c463e.

### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. «Издательство Лань», Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>.

2. ЦКБ «Бибком», адрес доступа <http://rucont.ru/>

3. ООО «Айбукс», адрес доступа <http://ibooks.ru>

4. ООО «РУНЭБ», адрес доступа <http://elibrary.ru/>

5. ФБГУ «РГБ». Адрес доступа: <http://diss.rsl.ru/>

6. «Электронное издательство Юрайт», адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

7. Материалы Интернет-портала Biodat, адрес доступа: [biodat.ru](http://biodat.ru)

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 100 посадочных мест; оборудована техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Основы математического моделирования почвенных процессов»: проектор EpsonEB-X05, экран Digis; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Основы математического моделирования почвенных процессов» в количестве 5шт, презентации по каждой теме программы.

- Аудитория для проведения занятий практического типа. Компьютерный класс (учебная аудитория). Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения:

Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. 12 - Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. - Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: Ноутбук ASUS K 40AB; Проектор Оверхед-Gena ОНР. специализированной мебелью на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.; Сейф – 1 шт ; Шкаф-купе - 2 шт. ; Принтер цв.Canon LBR-5050 Laser Printer; Принтер Canon LBP- 3010; 1

## **10. Образовательные технологии:**

При реализации программы дисциплины «Математическое моделирование почвенных процессов» используются различные образовательные технологии: – аудиторные занятия (лекции, практическая работа) проводятся с применением ПК и компьютерного проектора; – самостоятельная подготовка студентов предусматривает работу с литературой и поиск информации в сети Internet; подготовка презентаций и докладов проводится под консультационным руководством преподавателя.

## **11. Оценочные средства:**

В качестве оценочных средств для ТК знаний студентов используются тесты, устный опрос, защита практических работ. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций: ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-13. Для контроля самостоятельной работы студентов используются опрос и тестирование.

11.1. Оценочные средства для входного контроля В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используются устный опрос и тестирование.

11.2. Оценочные средства текущего контроля (ТК). Аттестация по курсу «Основы математического моделирования почвенных процессов» осуществляется при условии обязательного посещения занятий. Особое внимание уделяется практической работе. Балльная структура оценки: • Активная работа на практических занятиях - до 10 баллов • Наличие лекций и выполнение практических заданий - до 20 баллов • Контрольные тестовые работы (всего 2, максимум - по 20 баллов) - до 40 баллов • Самостоятельное выполнение заданий для самоконтроля по всем разделам (всего разделов 3, максимальная оценка 10

баллов) Итого: 30 баллов. • Отсутствие на лекциях и практических занятиях без уважительной причины: - минус 5 баллов из общего рейтинга. Всего – 100 баллов. 13 Экзаменационная оценка может быть выставлена на основании получения в течение семестра 71-100 баллов, в остальных случаях студент должен будет на выбор пройти контрольное тестирование по всем разделам курса, либо сдать зачет по билетам. Итоговый семестровый рейтинг (S итог.) Академическая оценка 60-70 баллов Удовлетворительно 71-85 баллов Хорошо 86-100 баллов отлично

11.3. Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и самостоятельной работе студентов. Устный опрос (проводится преподавателем перед началом занятий по прошлой теме или в конце занятия по пройденной теме). Примерные вопросы: 1. Что такое система? 2. Что такое модель? 3. Что отражает реалистичность модели? 4. Что отражает точность модели? 5. Что отражает универсальность модели? 6. Дайте краткую характеристику эмпирических моделей. 7. Дайте краткую характеристику теоретических моделей. 8. Дайте краткую характеристику полуэмпирических моделей. 9. Что такое незамкнутость почвы как объекта моделирования? 10. Что такое нестационарность почвы как объекта моделирования? 11. Что такое динамичность почвы как объекта моделирования? 12. Что показывает коэффициент корреляции Пирсона? 13. При каких условиях может использоваться коэффициент корреляции Пирсона? 14. Что показывает коэффициент корреляции Спирмена? 15. При каких условиях может использоваться коэффициент корреляции Спирмена? 16. Функция характеризующаяся одинаковым приращением в разных диапазонах изменения аргумента называется \_\_\_\_\_ функцией. 17. Переход от системы-оригинала к модели осуществляется через а) моделирующее отображение, б) моделирующее решение, в) моделирующее исчисление, д) моделирующее интегрирование. 18. Модели в которых используются уравнения, выведенные из экспериментальных значений в которых коэффициенты не имеют выраженного физического смысла называются а) теоретические, б) полуэмпирические, в) эмпирические, г) дискретные, д) стохастические. 19. Что показывает коэффициент регрессии? 20. Требуется ли оценка значимости коэффициентов регрессии? 21. Как рассчитывается ошибка коэффициента регрессии? 22. Как рассчитывается критерий значимости коэффициента регрессии? 23. Существенность коэффициента линейной корреляции определяется по стандартным значениям критерия а) Стьюдента, б) Фишера, в) Кси-квадрат, г) Гаусса, д) Спирмена. 24. Является ли линейный коэффициент корреляции Пирсона а) параметрическим показателем связи, б) непараметрическим показателем связи, в) в определенных случаях параметрическим показателем связи, д) в определенных случаях непараметрическим показателем связи. 25. Несущественная при установленном критерии значимости величина коэффициента регрессии соответствует а) отсутствию связи установленной между функцией и аргументом, б) прямой связи между функцией и аргументом, в) обратной связи между функцией и аргументом, г) величина коэффициента регрессии не может быть несущественной.

11.4. Примерный список вопросов к зачету 1. Понятие о системе. Системные признаки. 2. Виды систем, их классификация. 3. Математическое определение системы. 4. Основные этапы системного анализа. 5. Почва как сложная природная система. 6. Моделирование в системном анализе. 7. Виды моделей. Классификация моделей. 8. Изображение структуры математических моделей (графы, потоковые диаграммы). 9. Оценка математической модели (реалистичность, точность, общность). 10. Особенности почвы как объекта моделирования. 11. Способы выражения математических моделей. Понятие аргумент и функция. Однофакторные и многофакторные математические модели. 12. Эмпирическая линия регрессии. 13. Выравнивание эмпирических рядов. Аппроксимация данных. 14. Способы построения полиномиальных эмпирических моделей. Методы построения полиномов высших порядков. Метод среднего. 15. Способы построения полиномиальных эмпирических моделей. Методы построения полиномов высших порядков. Метод наименьших квадратов. 16.

Линейный регрессионный анализ зависимостей. Коэффициенты регрессии. Достоверность коэффициентов регрессии. 17. Теоретические математические модели. Области их применения при изучении почвенных процессов. 18. Полуэмпирические математические модели. Области их применения при изучении почвенных процессов. 19. Начальные и краевые условия при построении математических моделей. 20. Динамические математические модели и способы их построения. Численное интегрирование. 21. Точечные и распределенные математические модели. 22. Принцип «узкого места» в динамических моделях. 23. Качественный анализ динамических моделей. Устойчивость динамических систем. Фазовые портреты. 24. Уравнение теплопроводности и формулировка краевых условий при математическом моделировании теплообмена почвы. 25. Основные подходы к математическому моделированию водного режима почвы.

Разработчик:



доцент С.Г.Швецов

Программа рассмотрена на заседании кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов

« 10 » апреля 20 19 г.

Протокол №

6

Зав.кафедрой



Н. И. Гранина

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*