

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет энергетики
Электрических машин и электропривода



УТВЕРЖДЕНО:
Декан, Руководитель подразделения
Шевченко А.А.
16.04.2024

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МОДЕЛИРОВАНИЕ В АГРОИНЖЕНЕРИИ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) подготовки: Электротехнологии и электрооборудование

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Формы обучения: очная, заочная

Год набора: 2024

Срок получения образования: Очная форма обучения – 2 года
Заочная форма обучения – 2 года 5 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 6 з.е.
в академических часах: 216 ак.ч.

2024

Разработчики:

Доцент, кафедра электрических машин и электропривода
Ильченко Я.А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Минобрнауки России от 26.07.2017 №709, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист в области механизации сельского хозяйства", утвержден приказом Минтруда России от 02.09.2020 № 555н; "Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства", утвержден приказом Минтруда России от 30.08.2021 № 590н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Электрических машин и электропривода	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Оськин С.В.	Согласовано	16.04.2024
2	Энергетики	Председатель методической комиссии/совет а	Стрижков И.Г.	Согласовано	16.04.2024

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - подготовка магистров к применению в научно-технической деятельности методов математического и компьютерного моделирования сложных электротехнических объектов для решения научных и практических задач.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение основных принципов моделирования;
- освоение методики модельного эксперимента;
- получение навыков и умения строить модели электротехнологических, электротехнических и электроэнергетических систем сельскохозяйственного назначения;
- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по теории оптимизации, постановке оптимизационных задач и методах их решения;
- теоретическое и практическое освоение принципов, методов и процедур моделирования технологических процессов и оборудования, их стадий и переходов с помощью теории подобия, уравнений математической физики и экспериментальных данных;
- изучение специализированных программных продуктов используемых для моделирования полей;
- овладение приемами написания программ на современных языках высокого уровня.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

Знать:

УК-1.1/Зн1 Умеет анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

Уметь:

УК-1.1/Ум1 Умеет анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

Владеть:

УК-1.1/Нв1 Владеет анализом проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними

УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

Знать:

УК-1.2/Зн1 Знать методы поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

Уметь:

УК-1.2/Ум1 Уметь осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

Владеть:

УК-1.2/Нв1 Владеть навыками поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации

УК-1.3 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения

Знать:

УК-1.3/Зн1 Знать в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения

Уметь:

УК-1.3/Ум1 Уметь определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения

Владеть:

УК-1.3/Нв1 Владеть алгоритмами решения задач, подлежащих дальнейшему решению. Предлагает способы их решения

УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности

Знать:

УК-1.4/Зн1 Знать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой

Уметь:

УК-1.4/Ум1 Уметь разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой

Владеть:

УК-1.4/Нв1 Владеть навыками разработки стратегии достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой

ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности

ОПК-3.1 Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии

Знать:

ОПК-3.1/Зн1 Знать методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии

Уметь:

ОПК-3.1/Ум1 Уметь работать с методами и способами решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии

Владеть:

ОПК-3.1/Нв1 Владеть методами и способами решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии

ОПК-3.2 Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии

Знать:

ОПК-3.2/Зн1 Знать информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии

Уметь:

ОПК-3.2/Ум1 Уметь работать с информационными ресурсами, достижениями науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии

Владеть:

ОПК-3.2/Нв1 Владеть навыками использования информационных ресурсов, достижений науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Моделирование в агроинженерии» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): Очная форма обучения - 1, 2, Заочная форма обучения - 1, 2.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Первый семестр	72	2	31	1		14	16	41	Зачет
Второй семестр	144	4	51	3		32	16	66	Экзамен (27)
Всего	216	6	82	4		46	32	107	27

Заочная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)

Первый семестр	72	2	13	1	4	6	2	59	Зачет (4) Контроль ная работа
Второй семестр	144	4	17	3		10	4	118	Контроль ная работа Экзамен (9)
Всего	216	6	30	4	4	16	6	177	9

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Очная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.	19	2	4	4	9	УК-1.1
Тема 1.1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.	19	2	4	4	9	
Раздел 2. Основы математического моделирования. Концепция моделирования. Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.	20	1	5	4	10	УК-1.2

Тема 2.1. Основы математического моделирования. Концепция моделирования. Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.	20	1	5	4	10	
Раздел 3. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.	18	1	5	4	8	УК-1.3
Тема 3.1. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.	18	1	5	4	8	
Раздел 4. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.	19		5	4	10	УК-1.4

Тема 4.1. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.	19		5	4	10	
Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.	16		4	4	8	УК-1.3
Тема 5.1. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.	16		4	4	8	
Раздел 6. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.	19		5	4	10	УК-1.4
Тема 6.1. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.	19		5	4	10	

Раздел 7. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.	16		4	4	8	ОПК-3.1
Тема 7.1. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.	16		4	4	8	
Раздел 8. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.	16		3	4	9	
Тема 8.1. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.	16		3	4	9	

Раздел 9. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.	10		2		8	УК-1.1
Тема 9.1. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.	10		2		8	
Раздел 10. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.	13		3		10	УК-1.2
Тема 10.1. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.	13		3		10	
Раздел 11. Анимация. Отладка модели.Стохастическое моделирование	11		3		8	УК-1.3
Тема 11.1. Анимация. Отладка модели.Стохастическое моделирование	11		3		8	
Раздел 12. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.	12		3		9	УК-1.4
Тема 12.1. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.	12		3		9	
Итого	189	4	46	32	107	

Заочная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.	21	2	2	2	15	УК-1.1
Тема 1.1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.	21	2	2	2	15	
Раздел 2. Основы математического моделирования. Концепция моделирования. Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.	20	1	2	2	15	УК-1.2
Тема 2.1. Основы математического моделирования. Концепция моделирования. Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.	20	1	2	2	15	

Раздел 3. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.	19	1	2	1	15	УК-1.3
Тема 3.1. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.	19	1	2	1	15	
Раздел 4. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.	18		2	1	15	УК-1.4
Тема 4.1. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.	18		2	1	15	
Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.	17		2		15	УК-1.3

Тема 5.1. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.	17		2		15	
Раздел 6. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.	17		2		15	УК-1.4
Тема 6.1. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.	17		2		15	
Раздел 7. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.	16		1		15	ОПК-3.1

Тема 7.1. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.	16		1		15	
Раздел 8. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.	16		1		15	ОПК-3.2
Тема 8.1. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.	16		1		15	
Раздел 9. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.	16		1		15	УК-1.1
Тема 9.1. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.	16		1		15	

Раздел 10. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.	16		1		15	УК-1.2
Тема 10.1. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.	16		1		15	
Раздел 11. Анимация. Отладка модели.Стохастическое моделирование	15				15	УК-1.3
Тема 11.1. Анимация. Отладка модели.Стохастическое моделирование	15				15	
Раздел 12. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.	12				12	УК-1.4
Тема 12.1. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.	12				12	
Итого	203	4	16	6	177	

5. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 2ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 2ч.; Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 9ч.)

Тема 1.1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 2ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 2ч.; Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 9ч.)

Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.

Раздел 2. Основы математического моделирования. Концепция моделирования.

Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Тема 2.1. Основы математического моделирования. Концепция моделирования.

Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Основы математического моделирования. Концепция моделирования.

Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.

Раздел 3. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Тема 3.1. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.

Раздел 4. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений.

Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Тема 4.1. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.

Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Тема 5.1. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.

Раздел 6. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Тема 6.1. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.

(Заочная: Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 5ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.

Раздел 7. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Тема 7.1. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.

Раздел 8. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 9ч.)

Тема 8.1. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 9ч.)

Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жертва» Лотки и Вольтерра.

Раздел 9. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Тема 9.1. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.

Раздел 10. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Тема 10.1. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.

(Заочная: Лабораторные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 15ч.; Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.

Раздел 11. Анимация. Отладка модели. Стохастическое моделирование

(Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 8ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 15ч.)

Тема 11.1. Анимация. Отладка модели. Стохастическое моделирование

(Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 8ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 15ч.)

Анимация. Отладка модели. Стохастическое моделирование

Раздел 12. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.

(Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 9ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 12ч.)

Тема 12.1. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.

(Очная: Лабораторные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 9ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 12ч.)

Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Моделирование. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Основные этапы моделирования. Точность моделирования.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Построение зависимостей с помощью GNUplot.

Раздел 2. Основы математического моделирования. Концепция моделирования.

Примеры задач математического моделирования. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы: Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод Чебышева. Метод сплайнов.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Построение зависимостей с помощью Matplotlib.

Раздел 3. Аппроксимация. Концепция аппроксимации. Основные методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов. Метод равномерного приближения. Экстраполирование функций.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Работа с Maxima

Раздел 4. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа. Метод Ньютона. Метод кольца. Метод предельных значений. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Работа с Sage.

Раздел 5. Решение систем нелинейных уравнений. Концепция методов. Точные методы. Приближенные методы. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы. Метод сканирования. Метод деления пополам. Метод золотого сечения. Метод параболической аппроксимации.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Работа с Scilab.

Раздел 6. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования. Формула Стирлинга. Первая производная, двухточечные методы. Интерполяционная формула Ньютона.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. На земельный участок площадью согласно варианту (га) требуется внести органические и неорганические удобрения таким образом, чтобы полная стоимость вносимых удобрений была минимальной. Стоимость и состав удобрений приведен в таблице. Необходимо составить математическую модель, которая позволит определить минимальную стоимость удобрений и количество вносимых органических и минеральных удобрений. Решение дать в числовом виде.

Раздел 7. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования. Основные методы. Метод Симпсона. Метод Ньютона. Методы Чебышева и Гаусса. Методы решения нелинейных уравнений. Концепция основных методов. Отделение корней уравнений. Уточнение корней. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Постройте кривую простого экспоненциального роста с резкой отсечкой, заданной уравнением.

Раздел 8. Использование моделей для исследования явлений и объектов в агроинженерии. Аналитическое моделирование полета зерна с транспортера. Модель борьбы «хищник-жества» Лотки и Вольтерра.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Постройте уравнение мономолекулярного роста, заданной уравнением.

Раздел 9. Средства реализации математических моделей в среде моделирования Matlab. Общие сведения о среде моделирования Матлаб. Среда программирования Simulink. Этапы построения модели в подсистеме Симулинк.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Постройте уравнение логистического роста, заданной уравнением.

Раздел 10. Моделирование электротехнических устройств и систем в SimPowerSistems. Библиотека блоков SimPowerSistems. Содержание библиотеки SimPowerSistems. Алгоритм расчета SimPowerSistems-модели.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Постройте уравнение роста Гомпертца, заданной уравнением.

Раздел 11. Анимация. Отладка модели. Стохастическое моделирование

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Постройте уравнение роста Чантера, заданной уравнением.

Раздел 12. Транспортная задача. Моделирование работы дизель-генераторной установки на общую электрическую сеть в системе SimPowerSistems.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Постройте уравнение роста заданного экспоненциальным полиномом.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Очная форма обучения, Первый семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к зачету.
 1. Концепция моделирования. Примеры задач математического моделирования.
 2. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных.
 3. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы.
 4. Интерполяция. Метод Лагранжа.
 5. Интерполяция. Метод Ньютона.
 6. Интерполяция. Метод Чебышева.
 7. Интерполяция. Метод сплайнов.
 8. Аппроксимация. Концепция аппроксимации.
 9. Методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов.
 10. Методы аппроксимации. Метод равномерного приближения.
2. Вопросы к зачету.
 11. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования.
 12. Основные методы численного интегрирования. Метод Симпсона.
 13. Основные методы численного интегрирования. Метод Ньютона
 14. Основные методы численного интегрирования. Методы Чебышева и Гаусса.
 15. Методы решения нелинейных дифференциальных уравнений. Концепция основных методов.
 16. Отделение корней нелинейных уравнений. Уточнение корней.
 17. Отделение корней нелинейных уравнений. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам.
 18. Отделение корней нелинейных дифференциальных уравнений. Метод хорд.
 19. Отделение корней нелинейных уравнений. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод.

20. Отделение корней нелинейных дифференциальных уравнений. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.

Очная форма обучения, Второй семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к экзамену.

21. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений.
22. Определение корней алгебраических уравнений. Концепция методов.
23. Определение корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа.
24. Определение корней алгебраических уравнений. Метод Ньютона.
25. Определение корней алгебраических уравнений. Метод кольца.
26. Определение корней алгебраических уравнений. Метод предельных значений.
27. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.
28. Решение систем линейных уравнений. Концепция методов.
29. Решение систем линейных уравнений. Точные методы.
30. Решение систем линейных уравнений. Приближенные методы.
31. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы.
32. Одномерная оптимизация. Метод сканирования.
33. Одномерная оптимизация. Метод деления отрезка пополам.
34. Одномерная оптимизация. Метод золотого сечения.
35. Одномерная оптимизация. Метод параболической аппроксимации.

2. Вопросы к экзамену.

36. Многомерная безусловная градиентная оптимизация. Концепция методов.
 37. Многомерная градиентная оптимизация. Основные методы.
 38. Многомерная градиентная оптимизация. Метод градиента.
 39. Многомерная градиентная оптимизация. Метод наискорейшего спуска.
 40. Многомерная градиентная оптимизация. Метод сопряженных градиентов.
 41. Многомерная градиентная оптимизация. Метод тяжелого шарика.
 42. Многомерная безградиентная оптимизация. Концепция методов.
 43. Многомерная безградиентная оптимизация. Основные методы.
 44. Многомерная безградиентная оптимизация. Метод Гаусса—Зайделя.
 45. Многомерная безградиентная оптимизация. Метод Розенброка.
 46. Многомерная безградиентная оптимизация. Симплексный метод.
 47. Многомерная безградиентная оптимизация. Метод параллельных касательных
- Программа Electronics Workbench. Возможности Electronics Workbench.
48. Компоненты Electronics Workbench. Приборы для проведения измерения.
 49. Моделирование электрических схем.
 50. Моделирование электропривода сельскохозяйственных электроустановок.

Заочная форма обучения, Первый семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к зачету.

1. Концепция моделирования. Примеры задач математического моделирования.
2. Инструменты моделирования. Обработка табличных данных.
3. Интерполяция. Концепция интерполяции. Основные методы.
4. Интерполяция. Метод Лагранжа.
5. Интерполяция. Метод Ньютона.
6. Интерполяция. Метод Чебышева.
7. Интерполяция. Метод сплайнов.
8. Аппроксимация. Концепция аппроксимации.
9. Методы аппроксимации. Метод наименьших квадратов.
10. Методы аппроксимации. Метод равномерного приближения.

2. Вопросы к зачету.

11. Численное интегрирование. Концепция численного интегрирования.
12. Основные методы численного интегрирования. Метод Симпсона.
13. Основные методы численного интегрирования. Метод Ньютона
14. Основные методы численного интегрирования. Методы Чебышева и Гаусса.
15. Методы решения нелинейных дифференциальных уравнений. Концепция основных методов.
16. Отделение корней нелинейных уравнений. Уточнение корней.
17. Отделение корней нелинейных уравнений. Метод сканирования. Метод деления отрезка пополам.
18. Отделение корней нелинейных дифференциальных уравнений. Метод хорд.
19. Отделение корней нелинейных уравнений. Метод Ньютона (касательных). Комбинированный метод.
20. Отделение корней нелинейных дифференциальных уравнений. Метод параболической аппроксимации. Метод простой итерации.

Заочная форма обучения, Первый семестр, Контрольная работа

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале Moodle.

2. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале Moodle.

Заочная форма обучения, Второй семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Вопросы к экзамену.

21. Определение числа корней алгебраических уравнений. Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений.
22. Определение корней алгебраических уравнений. Концепция методов.
23. Определение корней алгебраических уравнений. Метод Лагранжа.
24. Определение корней алгебраических уравнений. Метод Ньютона.
25. Определение корней алгебраических уравнений. Метод кольца.
26. Определение корней алгебраических уравнений. Метод предельных значений.
27. Уточнение корней алгебраических уравнений. Уточнение действительного корня.

28. Решение систем линейных уравнений. Концепция методов.
29. Решение систем линейных уравнений. Точные методы.
30. Решение систем линейных уравнений. Приближенные методы.

2. Вопросы к экзамену.

31. Одномерная оптимизация. Концепция методов. Основные методы.
 32. Одномерная оптимизация. Метод сканирования.
 33. Одномерная оптимизация. Метод деления отрезка пополам.
 34. Одномерная оптимизация. Метод золотого сечения.
 35. Одномерная оптимизация. Метод параболической аппроксимации.
 36. Многомерная безусловная градиентная оптимизация. Концепция методов.
 37. Многомерная градиентная оптимизация. Основные методы.
 38. Многомерная градиентная оптимизация. Метод градиента.
 39. Многомерная градиентная оптимизация. Метод наискорейшего спуска.
 40. Многомерная градиентная оптимизация. Метод сопряженных градиентов.
 41. Многомерная градиентная оптимизация. Метод тяжелого шарика.
 42. Многомерная безградиентная оптимизация. Концепция методов.
 43. Многомерная безградиентная оптимизация. Основные методы.
 44. Многомерная безградиентная оптимизация. Метод Гаусса—Зайделя.
 45. Многомерная безградиентная оптимизация. Метод Розенброка.
 46. Многомерная безградиентная оптимизация. Симплексный метод.
 47. Многомерная безградиентная оптимизация. Метод параллельных касательных
- Программа Electronics Workbench. Возможности Electronics Workbench.
48. Компоненты Electronics Workbench. Приборы для проведения измерения.
 49. Моделирование электрических схем.
 50. Моделирование электропривода сельскохозяйственных электроустановок.

Заочная форма обучения, Второй семестр, Контрольная работа

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 ОПК-3.1 ОПК-3.2

Вопросы/Задания:

3. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале Moodle.

4. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале Moodle.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии / Гордеев А. С.. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 384 с. - 978-5-8114-1572-4. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/211529.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Моделирование в агроинженерии: практикум / Краснодар: КубГАУ, 2019. - 58 с. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://edu.kubsau.ru/mod/resource/view.php?id=8356> (дата обращения: 21.06.2024). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://simintech.ru/> - SimInTech: программный компонент для моделирования работы САУ

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Лабораторные занятия

Практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемого предмета, овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки. Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний, размещенных на образовательном портале университета.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)