

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Рег. № 000004070



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра энергетики и электротехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Моделирование и оптимизация в теплоэнергетике

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологии

Очная, заочная, очно-заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 146 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Дресвянникова Е. В., кандидат технических наук, доцент

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2022 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - является обучение студентов, подготовка обучающихся к самостоятельному математическому моделированию и оптимизации решений теплоэнергетических задач, в том числе, составление баланса мощности, анализ и оптимизация теплоэнергетических систем, моделирование теплотехнических процессов и явлений, обработка результатов теплотехнических измерений и т.п.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными компьютерными технологиями (языками, библиотеками, инструментами), используемыми для решения прикладных задач;;
- формирование у студентов необходимого объема знаний вычислительных методах;;
- овладение основами постановки задач, их функционального и объектно-ориентированного анализа;;
- получение студентами практических навыков по математическому моделированию .

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Моделирование и оптимизация в теплоэнергетике» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 1 курсе, в 2 семестре.

Изучению дисциплины «Моделирование и оптимизация в теплоэнергетике» предшествует освоение дисциплин (практик):

Механика жидкости и газа;
Преобразование тепловой энергии;
Основы трансформации теплоты;
Компьютерные технологии в теплоэнергетике.

Освоение дисциплины «Моделирование и оптимизация в теплоэнергетике» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Проектирование энергосистем;
Научно-исследовательская работа;
Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии;
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Технологию производства

Студент должен уметь:

Разрабатывать методики совершенствования технологии производства

Студент должен владеть навыками:

Последовательностью разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства

- ПК-7 Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Методы экспериментальной работы, интерпретации и представления результатов научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

Студент должен уметь:

Планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

Студент должен владеть навыками:

Методиками экспериментальной работы, интерпретации и представления результатов научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Второй семестр
Контактная работа (всего)	30	30
Практические занятия	24	24
Лекционные занятия	6	6
Самостоятельная работа (всего)	78	78
Виды промежуточной аттестации		
Зачет		+
Общая трудоемкость часы	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	3

Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Второй триместр	Третий триместр
Контактная работа (всего)	12	12	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	2	2	
Самостоятельная работа (всего)	92	60	32
Виды промежуточной аттестации	4		4
Зачет	4		4
Общая трудоемкость часы	108	72	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	2	1

Объем дисциплины и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Второй триместр	Третий триместр
Контактная работа (всего)	14	14	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	4	4	

Самостоятельная работа (всего)	90	58	32
Виды промежуточной аттестации	4		4
Зачет	4		4
Общая трудоемкость часы	108	72	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	2	1

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Второй семестр, Всего	108	6	24		78
Раздел 1	Виды математических моделей	26	2	6		18
Тема 1	Понятие математической модели и математическое моделирование	10	2	2		6
Тема 2	Задачи, приводящие к построению математической модели	8		2		6
Тема 3	Классификация уравнений математической физики.	8		2		6
Раздел 2	Аналитические и численные методы	35	2	8		25
Тема 4	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач.	9		2		7
Тема 5	Конечно-разностные методы, метод сеток. Аппроксимация уравнений	10	2	2		6
Тема 6	Методы расщепления для многомерных задач математической физики	8		2		6
Тема 7	Метод дробных шагов для многомерных задач	8		2		6
Раздел 3	Математическое моделирование	47	2	10		35
Тема 8	Математические модели стационарных процессов	11	2	2		7
Тема 9	Математическая модель сплошной среды	9		2		7
Тема 10	Математические модели нестационарных процессов	9		2		7
Тема 11	Примеры математического моделирования различных процессов	9		2		7
Тема 12	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Пример прикладного программирования	9		2		7

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Понятие математической модели и математическое моделирование. Типы математических моделей
Тема 2	Задачи, приводящие к построению математической модели
Тема 3	Классификация уравнений математической физики. Виды уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типа
Тема 4	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач.
Тема 5	Уравнения колебаний. Уравнение теплопроводности Конечно-разностные методы, метод сеток. Аппроксимация уравнений
Тема 6	Методы расщепления для многомерных задач математической физики
Тема 7	Метод дробных шагов для многомерных задач Метод суммарной аппроксимации.
Тема 8	Математические модели стационарных процессов
Тема 9	Математическая модель сплошной среды
Тема 10	Математические модели нестационарных процессов
Тема 11	понятие математической модели Примеры математического моделирования различных процессов
Тема 12	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Пример прикладного программирования

Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	104	2	10		92
Раздел 1	Виды математических моделей	26,1	0,6	1,5		24
Тема 1	Понятие математической модели и математическое моделирование	8,7	0,2	0,5		8
Тема 2	Задачи, приводящие к построению математической модели	8,7	0,2	0,5		8
Тема 3	Классификация уравнений математической физики.	8,7	0,2	0,5		8
Раздел 2	Аналитические и численные методы	31,9	0,4	3,5		28
Тема 4	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач.	8,1	0,1	1		7
Тема 5	Конечно-разностные методы, метод сеток. Аппроксимация уравнений	8,1	0,1	1		7
Тема 6	Методы расщепления для многомерных задач математической физики	7,6	0,1	0,5		7

Тема 7	Метод дробных шагов для многомерных задач	8,1	0,1	1		7
Раздел 3	Математическое моделирование	46	1	5		40
Тема 8	Математические модели стационарных процессов	9,2	0,2	1		8
Тема 9	Математическая модель сплошной среды	9,2	0,2	1		8
Тема 10	Математические модели нестационарных процессов	9,2	0,2	1		8
Тема 11	Примеры математического моделирования различных процессов	9,2	0,2	1		8
Тема 12	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Пример прикладного программирования	9,2	0,2	1		8

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Понятие математической модели и математическое моделирование. Типы математических моделей
Тема 2	Задачи, приводящие к построению математической модели
Тема 3	Классификация уравнений математической физики. Виды уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типа
Тема 4	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач.
Тема 5	Уравнения колебаний. Уравнение теплопроводности Конечно-разностные методы, метод сеток. Аппроксимация уравнений
Тема 6	Методы расщепления для многомерных задач математической физики
Тема 7	Метод дробных шагов для многомерных задач Метод суммарной аппроксимации.
Тема 8	Математические модели стационарных процессов
Тема 9	Математическая модель сплошной среды
Тема 10	Математические модели нестационарных процессов
Тема 11	понятие математической модели Примеры математического моделирования различных процессов
Тема 12	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Пример прикладного программирования

Тематическое планирование (очно-заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
	Всего	104	4	10	90
Раздел 1	Виды математических моделей	26,5	1,5	4	21
Тема 1	Понятие математической модели и математическое моделирование	7,5	0,5		7
Тема 2	Задачи, приводящие к построению математической модели	9,5	0,5	2	7
Тема 3	Классификация уравнений математической физики.	9,5	0,5	2	7
Раздел 2	Аналитические и численные методы	40	2	4	34
Тема 4	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач.	8,5	0,5		8
Тема 5	Конечно-разностные методы, метод сеток. Аппроксимация уравнений	8,5	0,5		8
Тема 6	Методы расщепления для многомерных задач математической физики	11,5	0,5	2	9
Тема 7	Метод дробных шагов для многомерных задач	11,5	0,5	2	9
Раздел 3	Математическое моделирование	37,5	0,5	2	35
Тема 8	Математические модели стационарных процессов	9,2	0,2	2	7
Тема 9	Математическая модель сплошной среды	7,2	0,2		7
Тема 10	Математические модели нестационарных процессов	7,1	0,1		7
Тема 11	Примеры математического моделирования различных процессов	7			7
Тема 12	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Пример прикладного программирования	7			7

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

Содержание дисциплины (очно-заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Понятие математической модели и математическое моделирование. Ти-пы математических моделей
Тема 2	Задачи, приводящие к построению математической модели
Тема 3	Классификация уравнений математи-ческой физики. Виды уравнений ги-перболического, эллиптического и параболического типа
Тема 4	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач.
Тема 5	Уравнения колебаний. Уравнение теплопроводности Конечно-разностные методы, метод сеток. Аппроксимация уравнений
Тема 6	Методы расщепления для многомер-ных задач математической физики

Тема 7	Метод дробных шагов для многомер-ных задач Метод суммарной аппроксимации.
Тема 8	Математические модели стационарных процессов
Тема 9	Математическая модель сплошной среды
Тема 10	Математические модели нестационарных процессов
Тема 11	понятие математической модели Примеры математического моделирования различных процессов
Тема 12	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Пример прикладного программирования

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Лекомцев, П. Л. Математическое моделирование : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления «Теплоэнергетика и теплотехника» «Агроинженерия» / П. Л. Лекомцев, Н. Л. Олин. - Ижевск : [б. и.], 2013. - 40 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12771&id=13312>

2. Олин, Н. Л. Математическое моделирование в среде MAPLE : учеб. пособие / Н. Л. Олин, П. Л. Лекомцев ; ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2008. - 41 с.

3. Паничев, В. В.

Компьютерное моделирование : [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем" / В. В. Паничев, Н. А. Соловьев ; ГОУ ВПО Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : [б. и.], 2008. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/193272/info>

4. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс : учеб. пособие для вузов / Ю. Ю. Тарасевич. - Изд. 4-е, испр. - Москва : Едиториал УРСС, 2004. - 149 с.

5. Коржов, Е. Н. Математическое моделирование : [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов по направлению 010800 Механика и математическое регулирование / Е. Н. Коржов ; ФГБОУ ВПО Воронежский гос. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2012. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/242775/info>

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Второй семестр (78 ч.)

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (38 ч.)

Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (40 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

Всего часов самостоятельной работы (92 ч.)

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (42 ч.)

Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (50 ч.)
 Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

**Вопросы и задания для самостоятельной работы (очно-заочная форма обучения)
 Всего часов самостоятельной работы (90 ч.)**

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (45 ч.)
 Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (45 ч.)
 Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-7	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 1: Виды математических моделей .
ПК-7	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 2: Аналитические и численные методы.
ПК-2	1 курс, Второй семестр	Зачет	Раздел 3: Математическое моделирование .

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Виды математических моделей

ПК-7 Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

1. Определение уравнений математической физики.
2. Классификация уравнений математической физики.

3. Виды уравнений в частных производных.
4. Характеристическое уравнение, характеристики.
5. Уравнения гиперболического типа. Пример.
6. Уравнения эллиптического типа. Пример.
7. Уравнения параболического типа. Пример.
8. Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Волновое уравнение.

Пример.

9. Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Пример.

10. Задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Уравнение теплопроводности. Пример.

Раздел 2: Аналитические и численные методы

ПК-7 Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

1. Краевые задачи.
2. Начальные условия.
3. Граничные условия.
4. Краевые задачи для уравнения колебаний.
5. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.
6. Краевые задачи для уравнения эллиптического типа.
7. Метод распространяющихся волн.
8. Метод разделения переменных.
9. Аналитические методы интегрирования краевых задач.
10. Численные методы.
11. Конечно-разностные методы.
12. Сходимость и устойчивость численных методов.

Раздел 3: Математическое моделирование

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Понятие математической модели.
2. Построение математических моделей.
3. Построение математической модели для уравнения колебаний. Пример.
4. Построение математической модели для уравнения теплопроводности. Пример.
5. Построение математической модели для уравнения колебаний в двумерном случае.

Пример.

6. Построение математической модели для уравнения теплопроводности в двумерном случае. Пример.

7. Построение математической модели для уравнения теплопроводности в стационарном случае. Пример.

8. Построение математической модели для уравнения теплопроводности в нестационарном случае. Пример.

9. Теплотехнический расчет нагревания сплошных сред. Пример прикладного программирования.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Второй семестр (Зачет, ПК-2, ПК-7)

1. Определение уравнений математической физики.
2. Классификация уравнений математической физики.
3. Виды уравнений в частных производных.
4. Характеристическое уравнение, характеристики.

5. Уравнения гиперболического типа.
6. Уравнения эллиптического типа.
7. Уравнения параболического типа.
8. Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Волновое уравнение.
9. Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа.
10. Задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Уравнение теплопроводности.
11. Краевые задачи.
12. Начальные условия.
13. Граничные условия.
14. Краевые задачи для уравнения колебаний.
15. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.
16. Краевые задачи для уравнения эллиптического типа.
17. Метод распространяющихся волн.
18. Метод разделения переменных.
19. Аналитические методы интегрирования краевых задач.
20. Численные методы.
21. Конечно-разностные методы.
22. Сходимость и устойчивость численных методов.
23. Понятие математической модели.
24. Построение математических моделей.
25. Построение математической модели для уравнения колебаний.
26. Построение математической модели для уравнения теплопроводности.
27. Построение математической модели для уравнения колебаний в двумерном случае.
28. Построение математической модели для уравнения теплопроводности в двумерном случае.
29. Построение математической модели для уравнения теплопроводности в стационарном случае.
30. Построение математической модели для уравнения теплопроводности в нестационарном случае.
31. Теплотехнический расчет нагревания сплошных сред.

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

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. Математическое моделирование. Вводный курс : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям "Агроинженерия" и "Теплоэнергетика и теплотехника", очной и заочной форм обучения / сост. П. Л. Лекомцев. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2013. - 76 с.

2. Коржов, Е. Н. Математическое моделирование : [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов по направлению 010800 Механика и математическое регулирование / Е. Н. Коржов ; ФГБОУ ВПО Воронежский гос. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2012. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/242775/info>

3. Моделирование функциональных и вычислительных задач с использованием пакетов прикладных программ : [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовой работы / О. В. Пилипенко [и др.] ; Орловский ГТУ. - Орел : [б. и.], 2008. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/146261/info>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <https://e.lanbook.com> - ЭБС «Лань»
2. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
3. <http://ebs.rgazu.ru> - ЭБС AgriLib
4. <http://portal.izhgsha.ru> - Интернет-портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»
5. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
6. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p>

	<p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
<p>Лабораторные занятия</p>	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p>

	<p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ; - изучает информационные материалы; - подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями. <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. <p>В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.</p>

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

12. Перечень информационных технологий

Информационные технологии реализации дисциплины включают

12.1 Программное обеспечение

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Mathcad Education - University Edition. Договор № 16/092-1(95ГК/16) от 01.06.2016 г.

4. MathWorks Classroom в составе MATLAB Simulink для учебного процесса. Договор № 08-02(213- ГК) от 07.08.2013 г.

5. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор №КМК-19-0218 от 09.12.2019 г. Договор №КМК-20-0160 (133-ГК/20) от 08.09.2020 г.

6. Учебный комплект KompasFlow v18, гидрогазодинамика для КОМПАС-3D. Договор №КМК-19-0218 от 09.12.2019 г.

12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории

2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, компьютерами с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть университета

4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.