

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.ДВ.01.01</b>	<b>Компьютерное моделирование и математический анализ в энергетике</b>
(индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: <b>21</b>	Теплосиловых установок и тепловых двигателей
Код	(Наименование кафедры)
Направление подготовки:	13.06.01 Электро- и теплотехника
Профиль подготовки:	Промышленная теплоэнергетика
Уровень образования :	Подготовка кадров высшей квалификации

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>216</b>		<b>216</b>
	Аудиторные занятия	<b>92</b>		<b>42</b>
	Лекции	46		18
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	46		24
	Самостоятельная работа	<b>124</b>		170
	Промежуточная аттестация			<b>4</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	4		4
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>6</b>		<b>6</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная				<b>6</b>						
Очно-заочная										
Заочная				<b>6</b>						

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 13.06.01 Электро - и теплотехника

На основании учебных планов № A130601.21\_123-20  
Az130601-4\_20

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теплоэнергетики и теплотехники, связанные с освоением методов компьютерного моделирования и математического анализа систем теплоэнергетики при проектировании и эксплуатации, современными математическими алгоритмами расчета показателей качества систем теплоэнергетики, тенденциями развития методов математического компьютерного моделирования.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть проблемные вопросы и алгоритмы компьютерного моделирования систем теплоэнергетики.
- Рассмотреть основные положения математического анализа, применительно к теплоэнергетическим системам, теплосиловым установкам и тепловым двигателям промышленных предприятий.
- Изучить математические алгоритмы и прикладное программное обеспечение для обеспечения, контроля и прогнозирования показателей качества систем теплоэнергетики при проектировании и эксплуатации.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-1	Способность осуществлять фундаментальные исследования в актуальных направлениях современной тепло- и электроэнергетики.	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) основы компьютерного моделирования при исследовании рабочих процессов объектов теплоэнергетик ; 2) основные алгоритмы решения задач математического анализа в интересах фундаментальных исследований в актуальных исследованиях современной тепло- и электроэнергетики. Уметь: 1) использовать методы компьютерного моделирования систем и объектов теплоснабжения для исследований процессов в системах теплоэнергоснабжения; 2) формулировать и решать задачи математического анализа для систем и объектов теплоэнергетики промышленных предприятий при решении фундаментальных проблем современной тепло- и электроэнергетики. Владеть: 1) навыками компьютерного моделирования систем и объектов теплоэнергетики при решении задач исследований в современной тепло- и электроэнергетике.		
ОПК-2	Владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.	2,3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) основы методологии научных исследований на основе компьютерного моделирования процессов эксплуатации систем и объектов теплоэнергетики; 2) способы применения алгоритмов решения задач математического анализа для научного исследования объектов теплоэнергетики. Уметь:		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	1) разрабатывать алгоритмы построения компьютерных моделей математические модели для сложных технических систем при исследовании объектов теплоэнергетики; 2) использовать методы математического анализа при исследовании процессов эксплуатации систем и объектов теплоснабжения; 3) анализировать полученные результаты научных исследований. Владеть: 1) навыками компьютерного моделирования с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий; 2) навыками решения задач математического анализа.	
ОПК-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности.	1,2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) основы компьютерного моделирования при разработке новых методов исследований рабочих процессов объектов теплоэнергетики; 2) алгоритмы решения задач математического анализа в новых методах исследований. Уметь: 1) анализировать существующие методы исследований в системах теплоэнергоснабжения; 2) формулировать и решать задачи математического анализа для систем и объектов теплоэнергетики промышленных предприятий. Владеть: 1) навыками компьютерного моделирования систем и объектов теплоэнергетики при самостоятельной научно-исследовательской деятельности.		

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Современные информационные технологии (ПК-1, ОПК-2)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1.</b> Теоретические основы математического моделирования объектов теплоэнергетики.			
Тема 1. Общие понятия по математическому моделированию. Классификация математических моделей. Выбор математического аппарата. Структура математических моделей.	18		18
Тема 2. Характеристики математических моделей. Особенности сбора и обработки статистической информации для математического моделирования. Динамические и статистические модели технологических процессов тепловых сетей.	16		18
<b>Текущий контроль 1.</b> (опрос)	2		-
<b>Учебный модуль 2.</b> Решение задач математического анализа в энергетике			
Тема 3. Особенности сбора и обработки эксплуатационной информации для решения задач математического анализа. Особенности сбора и обработки эксплуатационной информации для объектов промышленной энергетике. Особенности получения числовых характеристик по результатам обработки эксплуатационной информации. Оценка точности и надежности полученных результатов.	16		18
Тема 4. Решение задач математического анализа в энергетике. Общие понятия и классификация задач математического анализа. Алгоритмы решения задач регрессионного и дисперсионного анализа для объектов промышленной теплоэнергетики для оценки качества.	18		18
<b>Текущий контроль 2.</b> (опрос)	2		-

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 3. Моделирование эксплуатационных характеристик объектов промышленной теплоэнергетики.</b>			
Тема 5. Математическое моделирование эксплуатационных характеристик ТЭЦ и ТЭС. Основные характеристики ТЭЦ и ТЭС. Особенности моделирования эксплуатационных характеристик ТЭЦ и ТЭС.	16		18
Тема 6. Математическое моделирование эксплуатационных характеристик основных элементов ТЭЦ и ТЭС. Основные элементы ТЭЦ и ТЭС. Характеристика основных элементов ТЭЦ и ТЭС. Особенности моделирования эксплуатационных характеристик основных элементов ТЭЦ и ТЭС.	18		18
<b>Текущий контроль 3. (опрос)</b>	2		-
<b>Учебный модуль 4. Моделирование показателей качества объектов промышленной теплоэнергетики при проектировании.</b>			
Тема 7. Общие понятия и классификация показателей качества. Особенности моделирования основных показателей качества объектов промышленной теплоэнергетики при проектировании. Моделирование показателей качества с использованием уравнений Колмагорова.	16		18
Тема 8. Особенность разработки математических моделей для оценки надежности объектов теплоэнергетики при проектировании. Особенности разработки математических моделей. Математические модели для оценки надежности объектов теплоэнергетики. Математические модели для оценки надежности объектов теплоэнергетики при проектировании.	18		18
<b>Текущий контроль 4. (опрос)</b>	2		-
<b>Учебный модуль 5. Моделирования показателей качества объектов промышленной теплоэнергетики при эксплуатации.</b>			
Тема 9. Математические модели технического обслуживания объектов теплоэнергетики. Виды математических моделей. Характеристика математических моделей технического обслуживания объектов теплоэнергетики с целью дальнейшей автоматизации.	18		18
Тема 10. Математическое моделирование потребного количества ЗИП для обеспечения эффективного функционирования объектов энергетики. Комплект ЗИП. Номенклатура ЗИП. Математические модели для расчета потребного количества ЗИП. Метод статистического моделирования для формирования потребного количества ЗИП.	16		18
<b>Текущий контроль 5. (опрос)</b>	2		-
<b>Учебный модуль 6. Компьютерное моделирование объектов промышленной теплоэнергетики</b>			
Тема 11. Особенности компьютерных программ для моделирования процессов эксплуатации. Классификация компьютерных программ объектно-программного ориентирования. Основные особенности компьютерных программ Visual-Basic, Turbo-Pascal.	14		14
Тема 12. Разработка математических моделей процессов эксплуатации объектов теплоэнергетики для компьютерного моделирования. Моделирование процессов эксплуатации основных элементов и объектов промышленной теплоэнергетики: паровой котел; паровая турбина; газотурбинный двигатель; ТЭС; ТЭЦ. Компьютерное моделирование объектов теплоэнергетики. Составление алгоритмов для создания компьютерных моделей объектов теплоэнергетики. Разработка компьютерных моделей объектов промышленной энергетики.	16		18
<b>Текущий контроль 6. (опрос)</b>	2		-
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>216</b>		<b>216</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	4	4			4	1
2	4	5			4	1
3	4	4			4	2
4	4	5			4	2
5	4	6			4	1
6	4	4			4	2
7	4	4			4	1
8	4	2			4	2
9	4	2			4	1
10	4	2			4	2
11	4	4			4	1
12	4	4			4	2
<b>ВСЕГО:</b>		<b>46</b>				<b>18</b>

#### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	Особенности сбора и обработки эксплуатационной информации по данным наблюдений за объектами промышленной энергетики.	4	6			4	4
4	Применение алгоритмов решения задач математического анализа для оценки показателей качества объектов промышленной энергетики	4	8			4	2
4	Разработка программно-ориентированных модулей алгоритмов для объектов промышленной теплоэнергетики с использованием программного компьютерного обеспечения.	4	6			4	2
6	Моделирование эксплуатационных характеристик объектов промышленной теплоэнергетики.	4	6			4	4
8	Моделирование показателей качества объектов промышленной теплоэнергетики при проектировании	4	6			4	4
11	Разработка математических моделей для процессов эксплуатации объектов теплоэнергетики.	4	6			4	4
12	Разработка компьютерных моделей объектов теплоэнергетики с	4	8			4	4

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	использованием объектного программно-ориентированного программного обеспечения.						
<b>ВСЕГО:</b>			<b>46</b>				<b>24</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4,5,6	Опрос	4	6				

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	4	58			4	80
Подготовка к практическим занятиям	4	62			4	90
Подготовка к зачету	4	4			4	4
<b>ВСЕГО:</b>			<b>124</b>			<b>174</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Казиев В.М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем [Электронный ресурс]/ Казиев В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 270 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52188>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тупик Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 230 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016>.— ЭБС «IPRbooks».

#### б) дополнительная учебная литература

3. Основы компьютерных технологий в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине и выполнению РГЗ и курсовых работ/ — Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28377>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 422 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22627>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Изучение теплофизических процессов и свойств веществ с использованием методов компьютерного моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Теория теплообмена»/ В.Н. Афанасьев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31409>.— ЭБС «IPRbooks».

## 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

## 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека ВШТЭ- [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm).
2. Электронная библиотека СПбГУПТД <http://www.iprbookshop.ru>, ЭБС «IPRbooks».

## 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 7.
2. Microsoft Office Professional 2013.
3. Delphy.

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс.

## 8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.
5. Макеты элементов турбин и компрессоров.
6. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удается обратиться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к вопросам преподавателя, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ заданий на практических занятиях, решение задач по алгоритмам рассмотренных работ, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; выполнения практических работ; а также подготовки к зачету. При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций,



Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы к зачету, продумать ответы на возможные вопросы преподавателя.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 1 (2)	1. Демонстрирует знание основ компьютерного моделирования при исследовании рабочих процессов теплоэнергетических объектов. 2. Использует методы компьютерного моделирования теплоэнергетических объектов для исследования процессов в системах теплоэнергоснабжения. 3. Использует навыки компьютерного моделирования для решения задач.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Перечень практических заданий (10 задач)
ОПК-2 (2,3)	1. Демонстрирует знание основ методологии научных исследований компьютерного моделирования теплоэнергетических объектов. 2. Анализирует полученные результаты научных исследований. 3. Решает задачи математического анализа с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Перечень практических заданий (10 задач)
ОПК-3 (1,2)	1. Демонстрирует знание основных методов исследования рабочих процессов объектов теплоэнергетики. 2. Способен разрабатывать новые методы исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности. 3. Решает задачи анализа и синтеза при оценке характеристик показателей качества объектов теплоэнергетических систем.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Перечень практических заданий (10 задач)

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен

	<p>выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач. Знает принцип работы тепловой электрической станции, знает перечень основного оборудования ТЭЦ, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭЦ. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Владеет методиками расчета тепловых схем источников теплоснабжения. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.</p>
Не зачтено	<p>Не знает принцип работы тепловой электрической станции, не знает перечень основного оборудования. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭЦ. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практическое задание. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.</p>

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Цели и назначение математического моделирования в теплоэнергетике.	1
2	Классификация математических моделей. Основные определения.	1
3	Этапы математического моделирования объектов энергетики.	1
4	Требования к математическим моделям.	2
5	Статические и динамические математические модели. Критерии оптимизации математических моделей.	2
6	Однофакторные и многофакторные математические модели.	3
7	Проверка математических моделей на адекватность.	3
8	Алгоритм решения задач дисперсионного анализа для объектов теплоэнергетики.	4
9	Алгоритм решения задач регрессионного анализа для объектов теплоэнергетики.	4
10	Методы оценки показателей безотказности энергетических объектов с помощью математических моделей.	5
11	Математическое моделирование теплоэнергетических систем с помощью марковских процессов.	5
12	Математическое моделирование теплоэнергетических систем с помощью структурных схем. Структурная схема сложных теплоэнергетических систем с горячим резервированием.	6
13	Математическое моделирование теплоэнергетических систем с помощью структурных схем. Структурная схема сложных теплоэнергетических систем с холодным резервированием.	6
14	Структурная схема ТЭЦ.	7
15	Основные особенности моделирования объектов и систем теплоэнергетики при проектировании.	7
16	Математическое моделирование энергетических показателей котельной.	7
17	Математическое моделирование экономических показателей котельной.	7
18	Математическое моделирование эксплуатационных показателей котельной.	7

19	Структурная схема ТЭС.	7
20	Моделирование показателей качества объектов теплоэнергетики с помощью уравнений Колмагорова.	8
21	Особенности разработки математических моделей для оценки надежности.	8
22	Математические модели технического обслуживания объектов энергетики.	9
23	Математическое моделирование для оценки надежности сложных технических систем.	9
24	Марковские процессы.	9
25	Математическое моделирование потребного количества ЗИП для обеспечения эффективного функционирования объектов энергетики.	10
26	Оценка надежности СТС при проектировании.	10
27	Программы объемного программного обеспечения для решения задач компьютерного моделирования объектов промышленной теплоэнергетики.	11
28	Использование компьютерных программ Visual-Basic, Turbo-Pascal для моделирования объектов ТЭ.	11
29	Разработка компьютерных моделей для основных элементов ТЭЦ.	12
30	Основные этапы разработки моделей СТС промышленной теплоэнергетики при компьютерном моделировании.	12

### 10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ																																																																		
1	Сколько рассматривается элементов при математическом моделировании типичной ПГУ? Разработать план математического моделирования $2^3$ .	<p>Решение</p> <table border="1"> <tr> <td><i>M.M</i></td> <td colspan="5"><math>Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="5"><b>План <math>2^3</math></b></td> </tr> <tr> <td>№ п.п.</td> <td>У</td> <td><math>X_0</math></td> <td><math>X_1</math></td> <td><math>X_2</math></td> <td><math>X_3</math></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>18</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>12</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-1</td> </tr> </table> <p>Ответ: 8</p>	<i>M.M</i>	$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3$						<b>План <math>2^3</math></b>					№ п.п.	У	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	1	2	1	-1	-1	1	2	6	1	-1	1	-1	3	4	1	1	-1	-1	4	8	1	1	1	1	5	10	1	-1	-1	-1	6	18	1	-1	1	1	7	8	1	1	-1	1	8	12	1	1	1	-1
<i>M.M</i>	$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3$																																																																			
	<b>План <math>2^3</math></b>																																																																			
№ п.п.	У	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$																																																															
1	2	1	-1	-1	1																																																															
2	6	1	-1	1	-1																																																															
3	4	1	1	-1	-1																																																															
4	8	1	1	1	1																																																															
5	10	1	-1	-1	-1																																																															
6	18	1	-1	1	1																																																															
7	8	1	1	-1	1																																																															
8	12	1	1	1	-1																																																															
2	Оценить значения вероятности безотказной работы объекта теплоэнергетики: точечное значение, с учетом значения доверительной вероятности, нижнее и верхнее значение диапазона изменения численных значений показателя. $N=250$ ; $N_{OTK}= 50$	<p>Решение</p> $P(1)= 1-50/250= 0.8$ <p>Ответ: 0.8</p>																																																																		

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

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

### 10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.