

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Тепловые процессы в энергетике

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Галиакбаров А.Т. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), azatgaliakbarov@yandex.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные термодинамические законы, законы теплообмена

Должен уметь:

создание математических моделей объектов профессиональной деятельности

Должен владеть:

знаниями при разработке теплофизических, математических и компьютерных моделей, предназначенных для выполнения исследований и решения научно-технических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 144 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия.	5	2	2	2	18
2.	Тема 2. Основные законы термодинамики.	5	3	3	3	18

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Энергетическое топливо. Виды топлива.	5	3	3	3	18
4.	Тема 4. Эксергия. Эксергетический анализ.	5	5	5	5	18
5.	Тема 5. Законы теплообмена.	5	5	5	5	18
6.	Тема 6. Циклы тепловых машин и установок.	6	3	0	6	12
7.	Тема 7. Котельные установки. Принципиальная схема котельной установки.	6	5	0	10	12
8.	Тема 8. Паровые и газовые турбины.	6	5	0	10	15
9.	Тема 9. Тепловые электрические станции.	6	5	0	10	15
	Итого		36	18	54	144

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Основные понятия.

Введение. Основные понятия и термины. История развития термодинамики как науки и ее современные достижения. Виды энергии и формы обмена энергии. Параметры термодинамической системы. Состояние термодинамической системы, параметры и уравнение состояния. Внутренняя энергия термодинамической системы. Термодинамические процессы.

##### Тема 2. Основные законы термодинамики.

Первый закон термодинамики как форма сохранения и превращения энергии. Уравнения первого закона для термодинамических систем. Работа и теплота. свойства работы и теплоты как формы обмена энергии. Характеристические функции. Второй закон термодинамики. Термодинамические свойства и теплоемкость идеального газа.

##### Тема 3. Энергетическое топливо. Виды топлива.

Энергетическое топливо. Виды топлива. Элементарный состав топлива. Химический состав твердых и жидких топлива. Элементарный состав газового топлива. Теплота сгорания твердого и жидкого топлива. Теплота сгорания газового топлива. Теоретический расход воздуха на горение. Теоретические объемы продуктов сгорания.

##### Тема 4. Эксергия. Эксергетический анализ.

Эффективность преобразования энергии. условия получения максимальной работы. Функция работоспособности. Эксергия. Эксергетические диаграммы. Влияние необратимости на работоспособность термодинамических систем. Эксергетические потери и эксергетический КПД. Эксергетический анализ работы тепловых машин.

##### Тема 5. Законы теплообмена.

Простые и сложные виды теплообмена. Законы теплопроводности. Изотермические поверхности. Градиент температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Конвективная теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основные понятия теории подобия. Критерии и уравнения подобия. Тепловое излучение и законы. Кипение.

##### Тема 6. Циклы тепловых машин и установок.

Термодинамический анализ круговых процессов. Цикл Карно. тепловая характеристика обратимых процессов. Циклы одноступенчатого и многоступенчатого компрессора. Циклы тепловых двигателей (Отто, Дизеля, Тринклера). Циклы паросиловых установок (с промежуточным перегревом, бинарные, регенеративный). Циклы холодильных установок.

##### Тема 7. Котельные установки. Принципиальная схема котельной установки.

Схемы паровых и водогрейных котельных. Принцип получения пара и типы паровых котлов. Принципиальные схемы котлов и их основные характеристики. Паровое регулирование температуры перегретого пара. Газовое регулирование температуры перегретого пара. Водяные экономайзеры и воздухоподогреватели. Схема газопроводов котла

##### Тема 8. Паровые и газовые турбины.

Принцип действия и устройство турбин. Парогазовые установки. Газотурбинные установки. Отбор пара. Преобразование энергии в ступени турбины. Параметры рабочего тела в турбине. Изменения скорости движения пара по длине лопатки. Потери и КПД турбинной ступени. Многоступенчатые турбины (высокого, среднего и низкого давления).

#### Тема 9. Тепловые электрические станции.

Расчет тепловой схемы ТЭЦ. Подбор оборудования. Принцип действия и устройство турбин

Преобразование энергии в ступени турбины. Потери и КПД турбинной ступени. Регенеративные циклы ПТУ. Промежуточный перегрев пара. Типы тепловых электрических

Термодинамические основы теплофикации станций. Принципиальная тепловая схема ТЭЦ. Водоснабжение ТЭС

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

#### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

##### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Тестирование	УК-2, ОПК-3	1. Введение. Основные понятия. 2. Основные законы термодинамики.
2	Контрольная работа	УК-2, ОПК-3	3. Энергетическое топливо. Виды топлива. 4. Эксергия. Эксергетический анализ.
3	Лабораторные работы	УК-2, ОПК-3	5. Законы тепломассобмена.
	<b>Экзамен</b>	УК-2	
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	УК-2, ОПК-3	6. Циклы тепловых машин и установок.
2	Устный опрос	УК-2, ОПК-3	7. Котельные установки. Принципиальная схема котельной установки. 8. Паровые и газовые турбины.
3	Контрольная работа	УК-2, ОПК-3	9. Тепловые электрические станции.
	<b>Экзамен</b>	УК-2	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 5**

**Текущий контроль**

**1. Тестирование**

Темы 1, 2

Тесты:

1.1. Какое определение достаточно строго соответствует понятию "энергия"?

1. Способность совершать работу
2. Единая мера различных форм движения.
3. Совершенная работа.
4. Мера энергии, передаваемой между телами

1.2. Какую размерность имеет энергия в системе единиц измерения СИ?

- 1) ккал. 2) кГм. 3) кВт\*ч 4) эрг 5) кВт\*ч

1.3 Какую размерность имеет энергия в неметрической системе тепловых единиц?

- 1) ккал 2) кГм 3) кВт\*ч 4) Дж 5)эрг

1.4. Что понимают под термином "внешняя энергия" термодинамической системы (рабочего тела)?

1. Сумму кинетической энергии молекул тел системы (рабочего тела) и всей системы (рабочего тела) как целого.
2. Кинетическую и потенциальную энергию молекул, составляющих рассматриваемую систему (тело).
3. Потенциальную энергию молекул тел системы и всей системы как целого тела.
4. Кинетическую и потенциальную энергию системы (тела) как целого тела.
5. Кинетическую энергию системы, рассматриваемой как целое тело.

1.5. Что понимают под термином "внутренняя энергия" термодинамической системы (рабочего тела)?

1. Энергию взаимодействия элементарных частиц, составляющих систему (тело)
2. Энергию взаимодействия и движения "элементарных" частиц, составляющих систему (тело).
3. Кинетическую энергию "элементарных" частиц, составляющих систему (тело)
4. Кинетическую энергию молекул системы (тела).
5. Энергию взаимодействия молекул системы (тела).

1.6. Из каких составляющих складывается внутренняя энергия идеальных газов?



1. Из кинетической энергии молекул и их взаимодействия.
2. Из энергии взаимодействия молекул,
3. Из энергии взаимодействия "элементарных" частиц и внутриядерной энергии.
4. Из кинетической энергии молекул.
5. Из энергии взаимодействия и движения "элементарных" частиц.
- I.7. Функцией каких параметров является внутренняя энергия идеальных газов?
  1. Только давления
  2. Давления и температуры.
  3. Удельного объема и давления.
  4. Только температуры
  5. Только удельного объема.
- 1.8. Функцией каких параметров является внутренняя энергия реальных газов?
  1. Только давления.
  2. Давления и температуры.
  3. Только объема.
  4. Только температуры.
  5. Только, удельного объема.
- I.9. Что устанавливает в отношении внутренней энергии идеальных газов закон Дальтона?  
Зависимость внутренней энергии идеальных газов;
  1. от удельного объема и давления;
  2. от давления и температуры;
  3. только от температуры;
  4. только от давления;
  5. только от объема.
- 1.10 Можно ли применить для любого термодинамического процесса выражение
  1. Нет, выражение справедливо лишь для изотермического процесса, совершаемого реальным газом.
  2. Да, если процесс совершается идеальным газом.
  3. Нет, выражение справедливо лишь для адиабатного процесс совершаемого идеальным газом
  4. Да, без каких-либо ограничений.
  5. Да, если процесс совершается реальным газом.
- 1.11. Какова размерность внутренней энергии в системе единиц измерения СИ?
  - 1) кал. 2) Дж. 3) кГм. 4) ккал. 5) кВт,
- 1.12. Какова размерность внутренней энергии в неметрической системе тепловых единиц.
  1. Дж. 2) кГм 3) кВт. 4) ккал. 5) кДж.

## 2. Контрольная работа

Темы 3, 4

Пример задания:

I. Параметры состояния.

Пример 1. Манометр, установленный в открытой кабине самолета, находящегося на земле, и измеряющий давление масла, показывает 6 кгс/см<sup>2</sup> при показании барометра 752 мм рт. ст.

Пример 2. В машинном зале электростанции работают три турбины, в конденсаторах которых поддерживается абсолютное давление Рабс1=2,94 кПа, Рабс2 = 3,923 кПа, Рабс3 = 4,9 кПа. Определить величины вакуумов в процентах барометрического давления. Показания барометра в машинном зале 753 мм рт. ст.

II. Уравнение состояния идеального газа.

Пример 1. Определить значения газовых постоянных в СИ для газов: ацетилен C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, окись углерода CO, аммиак NH<sub>3</sub>, озон O<sub>3</sub>.

Пример 2. Молекулярный вес саратовского природного газа равен приблизительно 17,1 кг/кмоль. Определить его плотность, удельный объем при нормальных физических условиях, а также при давлении 1,2 бар и температуре -13 С.

III. Газовые смеси.

Пример 1. Массовый состав газовой смеси следующий: H<sub>2</sub> ? 4%, CH<sub>4</sub> ? 40%, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ? 20%, CO<sub>2</sub> ? 12%, N<sub>2</sub> ? 24%. Определить газовую постоянную, молекулярный вес, плотность, удельный объем смеси и парциальные давления компонентов. Давление смеси 1,5 бар, температура 27°С. Определить объемный состав смеси.

IV. Теплоемкость.

Пример 1. Определить средние мольную, объемную и массовую теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме в интервале температур от 0 до 1300 С для смеси газов, имеющей следующий объемный состав: CO<sub>2</sub> ? 8%, CO ? 2%, N<sub>2</sub> ? 85%, H<sub>2</sub> ? 5%.

Пример 2. В закрытом резервуаре объемом 100 литров находится воздух при температуре 0 С и давлении 760 мм рт.ст. Определить тепло, затраченное на нагревание этого воздуха до 200 С.

V. Первый закон термодинамики.

Изохорный процесс ( $v=\text{const}$ ).

Изобарный процесс ( $p=\text{const}$ ).

Адиабатный процесс ( $dq=0$ ).

Изотермический процесс ( $T=\text{const}$ ).

Контрольные вопросы:

Термодинамические свойства и теплоемкость идеального газа.

Основные процессы идеальных газов.

Эксергия. Эксергетический анализ.

Темы:

1. Элементарный состав топлива
2. Химический состав твердых и жидких топлив
3. Элементарный состав газового топлива
4. Теплота сгорания твердого и жидкого топлива
5. Теплота сгорания газового топлива
6. Теоретический расход воздуха на горение
7. Теоретические объемы продуктов сгорания
8. Принцип получения пара и типы паровых котлов
9. Принципиальные схемы котлов и их основные характеристики
10. Паровое регулирование температуры перегретого пара
11. Газовое регулирование температуры перегретого пара
12. Водяные экономайзеры
13. Воздухоподогреватели
14. Схема газопроводов котла

### 3. Лабораторные работы

Тема 5

Лабораторная работа ♦1

Исследование работы теплообменного аппарата

Содержание работы: Испытание теплообменного аппарата на различных режимах работы с целью определения его тепловой мощности, коэффициентов теплопередачи, тепловой эффективности и числа переноса единиц на каждом из режимов.

1. Построить графики изменений во времени температур греющего и нагреваемого теплоносителей на входе в ТА и на выходе из него. Используя графики, определить измерения, соответствующие периодам работы на каждом из режимов.
2. Определить показания термомпар 1, 2, 3, 4а не менее чем по трем измерениям в каждом из стационарных периодов и принять для расчетов средние значения температур  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_2$ .
3. Построить графики изменения температур теплоносителей по длине теплообменного аппарата, используя значение температур теплоносителей на входе в аппарат, используя значение температур теплоносителей на входе в аппарат и на выходе из него и учитывая схему включения. Подсчитать для схем значение большего  $t_b$  и меньшего  $t_m$  температурных напоров в начале и конце поверхности теплообмена.
4. Вычислить значение среднего температурного напора  $t_{cp}$ : при  $t_b/t_m=1,4$  ? среднее арифметическое.
5. Осреднить по стационарным периодам показания приборов (1в) и (2в) и найти расчетные (средние) расходы воды  $G_1$ (кг/с) и воздуха  $G_2$ (кг/с) в каждом из режимов. Значения расходов определяют по тарифовочным графикам.
6. Вычислить количество теплоты  $Q_2$  (кдж/с), полученной воздухом:
7. Вычислить значение коэффициента теплопередачи  $k$  ( $\text{м}^2/\text{к}^*\text{с}$ .) для каждого из режимов:
8. Подсчитать значения водяных эквивалентов  $W_1$  и  $W_2$  кдж/( $\text{C}^*\text{K}$ ):
9. Подсчитать коэффициент тепловой эффективности ТА в каждом из режимов как отношение действительно переданной теплоты к предельному количеству ее.
10. Подсчитать число единиц переноса теплоты (безразмерный коэффициент теплопередачи):

$$N = K \cdot F / W_{\text{min}}$$

11. Для режимов N 1, 2, 3 (прямоток) построить графики изменения величин  $K$ ,  $F$ ,  $N$  в зависимости от расхода воздуха  $G_2$ . Нанести на графики точки, соответствующие режиму 4 (противоток).
12. используя полученные графики и другие результаты обработки экспериментальных данных, определить:
  - а) влияние схемы включения теплообменного аппарата на величину среднего температурного напора;
  - б) влияние изменения расхода теплоносителя на значение коэффициента теплопередачи, температурного напора, тепловой мощности, тепловой эффективности.

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЫ ПРИ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ ВОЗДУХА

Цель работы: Углубление знаний по теории теплоотдачи при свободном движении жидкости или газа, ознакомление с техникой экспериментального исследования процесса теплоотдачи на примере свободной конвекции, освоение методики обобщения опытных данных на основе методов теории подобия.

Задание.

1. Изучить основы теории конвекционного теплообмена и теории подобия.

2. Определить коэффициент теплоотдачи горизонтальной или вертикальной трубы при свободной конвекции воздуха и установить его зависимость от температурного напора.
3. Результаты опытов обработать методами теории подобия и сравнить их с соответствующими уравнениями подобия.

#### Обработка результатов измерений

Для представления полученных экспериментальных данных в форме зависимости необходимо последовательно рассчитать все величины по таблице в приложении.

При принятой в настоящей работе схеме нагрева цилиндра тепловой поток с поверхности трубы является постоянным, за исключением участков, прилегающих к токопадающим шинам. Поэтому при осреднении температуры поверхности цилиндра показания крайних термомпар не учитываются. Тепловой поток определяется по электрической мощности, затрачиваемой на нагревания рабочего участка.

$$q = U^2 / (R \cdot F)$$

где  $F$  ? площадь поверхности рабочего участка, м<sup>2</sup>.

Степень черноты поверхности  $\epsilon$  принять равной 0,6, а значения физических констант для расчета чисел подобия выписать из приложения по температуре  $T_m$ . Полученные значения,  $\lg Nu$  и  $\lg (Gr \cdot Pr)$  наносятся на график определяются значения  $s$  и  $n$  для данного конкретного эксперимента и сравниваются со значениями, приведенными в приложении

#### Контрольные вопросы

1. Назовите элементарные виды теплообмена. Дайте характеристику каждому виду.
2. Что такое конвективный теплообмен? Каковы причины движения теплоносителя?
3. Какие факторы влияют на коэффициент теплоотдачи?
4. В чем состоит сущность теории подобия? Для чего она нужна?
5. Какие зависимости называются уравнениями подобия?
6. Напишите числа подобия и объясните их физический смысл.
7. Какие числа подобия называются определяющими, а какие определяемыми?
8. Что такое определяющая температура?
9. Что такое определяющий размер?
10. Опишите экспериментальную установку и порядок работы на ней.
11. Как выбрать из таблицы коэффициент кинематической вязкости?
12. Объясните порядок обобщения опытных данных с помощью метода подобия.
13. Что нужно сделать для того, чтобы существенно увеличить точность определения коэффициента теплоотдачи

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Рабочее тело. ТД-ая система. ТД параметры состояния. Диаграмма состояния. Уравнения состояния. ТД процесс. Равновесный, неравновесный. Виды равновесных процессов.
2. Уравнение состояния идеального газа. Закон Авогадро. Диф. уравнение состояния.
3. Первый закон ТД как форма закона о сохранении и превращении энергии.
4. Работа как форма изменения энергии. Понятие о ТД-их координатах и потенциалах взаимодействия. Свойства теплоты как формы обмена энергии.
5. Основное ТД тождество для равновесных процессов. Располагаемая работа. Физический смысл энтальпии.
6. Понятие о равновесных и обратимых процессах. ТД анализ круговых процессов.
7. Тепловая машина, термический КПД. Холодильная машина, холодильный коэффициент. Вечный двигатель I и II рода.
8. Цикл Карно. PV и TS диаграммы, КПД цикла Карно.
9. Второй закон термодинамики. Статический смысл II-го закона ТД.
10. Объединённое уравнение I и II законов ТД. Влияние необратимости на эффективность ТД циклов
11. ТД равновесие. Принцип минимальности характеризующих функций. 4 вида взаимодействия системы с окружающей средой.
12. Теплоёмкость. Удельная массовая, мольная и объёмная теплоёмкости. Истинные и средние теплоёмкости. Зависимость теплоёмкости от характера ТД процессов. Зависимость теплоёмкости от температуры. Отношение теплоёмкости
13. Основные ТД процессы идеальных газов. Уравнения политропного процесса. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса. Исследование политропного процесса.
14. Применение основных законов ТД к реальным рабочим телам и газам. Реальные газы. Уравнения состояния реальных газов. PV диаграмма состояния.
15. Водяной пар как реальный газ. Процесс парообразования при P=const. Степень сухости пара. Параметры состояния воды и водяного пара. T-S и I-S ? диаграммы водяного пара. Применение этих диаграмм
16. Цикл одноступенчатого компрессора. Работа сжатия газа в компрессоре.
17. Цикл ДВС. Цикл поршневого двигателя с подводом теплоты при V= const
18. Цикл поршневого двигателя с подводом теплоты при P= const и смешанный цикл.
19. Цикл газотурбинной установки.
20. Цикл паросиловой установки. Циклы с рекуперацией и регенерацией теплоты. Понятие теплофикации.

21. Теплопередачи. Основные виды передачи теплоты. Температурное поле, градиент температуры, тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
22. Диф. уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Уравнение Пуассона, уравнение Лапласа. Краевые условия. Граничные условия
23. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через плоскую стенку. Многослойная стенка.
24. Однослойная и многослойная цилиндрическая стенка. Критический диаметр изоляции.
25. Основы теории подобия физических явлений. Числа гидродинамического подобия. Числа теплового подобия. Применение теории подобия для обобщения опытных данных
26. Теплопередача при вынужденном движении теплоносителей. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителей вдоль пластин.
27. Теплопередача при внешнем обтекании тел. Поперечное обтекание одиночной трубы. Зависимость  $Re$  от угла  $\beta$ . Обтекание пучка труб.
28. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения. Теплообмен излучением между двумя поверхностями.
29. Интенсификация процессов теплопередачи.
30. Теплопередача через оребренную стенку

## Семестр 6

### Текущий контроль

#### 1. Лабораторные работы

##### Тема 6

Лабораторная работа:

Изучение работы теплового насоса

Тепловой насос - это машина, которая способна перенести тепло из более холодной среды (воздух, земля, вода из подземных пластов, вода из открытых водоемов, вода из общей сети, промышленные стоки) в более горячую (вода, воздух и прочие) с целью отопления или охлаждения

Стенд ?Тепловой насос? СТН 01.00.01 предназначен для демонстрации работы теплового насоса и решения следующих образовательных задач:

изучение технологических операций, используемых при эксплуатации и ремонте теплохолодильных машин; регистрация данных о хладагенте, а также о потребляемой энергии для определения параметров узлов машины. Во время работы стенда сильно изменяются термодинамические параметры сред в ёмкостях и для регулирования давления (и температуры) прикрывают вентиль, расположенный после капиллярной трубки по ходу хладагента, дополнительно его дросселируя.

#### ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

После включения стенда кнопкой ?ПУСК? нажать выключатель измерителя температуры на его лицевой панели.

Вопросы:

Циклы компрессора.

Циклы тепловых двигателей.

Циклы паросиловых установок.

Циклы холодильных установок.

Лабораторная работа:

Изучение работы кондиционера

Цель работы: Ознакомление с устройством автономных агрегатированных кондиционеров.

Задача работы: Изучить устройство автономного кондиционера, определить его производительность по воздуху и холодопроизводительность.

Порядок проведения лабораторной работы

1. Изучить правила техники безопасности.
2. С кондиционера снимают лицевую панель и верхнюю крышку корпуса.
3. Изучают устройство кондиционера и составляют его принципиальную схему.
4. По окончании изучения лицевую панель и верхнюю крышку кожуха монтируют на место.
5. Включается кондиционер и электрокалорифер, установленный за кондиционером.
6. Через 10 минут после включения измеряется температура воздуха по сухому и мокрому термометру на входе и выходе кондиционера.
7. Определяют с помощью анемометра скорость движения воздуха, выходящего из кондиционера. Результаты замеров заносят в табл.
8. Определяют с помощью сборника массу выпавшего конденсата. Фиксируют продолжительность опыта.

1. Составить принципиальную схему кондиционер.

2. Определить производительность кондиционера по воздуху, кг/с:

$$G = \omega \cdot a \cdot b \cdot \rho v$$

где  $\omega$  - скорость движения воздуха, выходящего из конденсатора, м/с;

$a, b$  - размеры выходного патрубка кондиционера, м;

$\rho v$  ? плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

3. По  $i, d$ -диаграмме определить энтальпию и влагосодержание воздуха до и после кондиционера и построить процесс обработки воздуха.

4. Вычислить холодопроизводительность кондиционера, Вт:

$$Q = G \cdot (i_1 - i_2)$$

где  $i_1, i_2$  - энтальпии воздуха до и после кондиционера, кДж/кг.

5. Определить осушающую способность кондиционера:

$$W = G \cdot (d_1 - d_2) \cdot 10^{-3}$$

где  $d_1, d_2$  - влагосодержание воздуха до и после кондиционера, г/кг.

6. Определить осушающую способность кондиционера по массе выпавшего конденсата:

$$W = Gk/\tau$$

7. Сравнить значения  $W$  и  $W'$  и определить расхождение (в %).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое автономный кондиционер?
2. В чем состоят преимущества и недостатки автономных кондиционеров?
3. Как осуществляется подача свежего воздуха в автономных кондиционерах?
4. Как осуществляется пуск и остановка кондиционера?
5. Как изменяется температура воздуха на выходе из кондиционера?
6. Как регулируется относительная влажность воздуха в автономных кондиционерах?
7. Как обеспечивается снижение шума в автономных кондиционерах?

## 2. Устный опрос

Темы 7, 8

Вопросы:

1. Принцип действия и устройство турбин
2. Преобразование энергии в ступени турбины
3. Начальные параметры рабочего тела на входе в ступень
4. Процесс изоэнтальпийного расширения
5. Располагаемый тепलोперепад
6. Реактивная сила
7. Уравнение количества движения применительно к потоку рабочего тела
8. Осевое усилие
9. Мощность  $N_u$ , развиваемая потоком
10. Энергетический баланс активной ступени турбины
11. Экономичность турбинной ступени
12. Потери и КПД турбинной ступени
13. Потери от трения вращающихся элементов ротора,
14. Потери от парциального подвода,
15. Потери от перетечек рабочего тела
16. Потери теплоты внутри турбины
17. Многоступенчатые турбины

## 3. Контрольная работа

Тема 9

Задание на контрольную работу:

Определить сантехническую нагрузку производственно- технологических потребителей.

Построить годовой график производственно- технологического теплоснабжения.

Результаты расчета нагрузок потребителей сетевой воды обобщить в виде графика тепловых нагрузок по продолжительности

На основании расчетов выбрать основное оборудование промышленно-отопительной ТЭЦ (паровые турбины, паровые и водогрейные котлы).

Представить принципиальную тепловую схему ТЭЦ с кратким описанием.

Для правильного выбора оборудования ТЭЦ, необходимо определить:

1. Производственно-технологическое теплоснабжение;
2. Коммунально-бытовое теплоснабжение.

Описать и рассчитать:

Принцип действия и устройство турбин

Преобразование энергии в ступени турбины

Потери и КПД турбинной ступени

Пример задания:

$D_{пр}$  - расчетный отпуск технологического (производственного) пара  $D_{пр} = 50$  кг/с;

$P_p$  - давление технологического пара  $P_p = 0,5$  Мпа

$t_p$  - температура технологического пара  $t_p = 180$  С

$\beta_{ок}$  - доля возврата конденсата технологического пара  $\beta_{ок} = 0,5$

$t_{ок}$  - температура конденсата технологического пара  $t_{ок} = 95 \text{ C}$

$h_{ТЭЦп}$  - годовое число часов максимума производственно-технологической нагрузки по пару  $h_{ТЭЦп} = 4300$  час/год

$\gamma_{ст}$  - доля сантехнической нагрузки в горячей воде от  $D_{рп}$   $\gamma_{ст} = 0,15$  ст

Место сооружения ТЭЦ - по климатическим условиям города г. Москва

$Q_{нр}$  - низшая теплота сгорания топлива  $Q_{нр} = 15,91$  МДж/кг

$m$  - численность населения жилого района или города, присоединенного к ТЭЦ  $m = 90$  тыс.чел.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Элементарный состав топлива
2. Химический состав твердых и жидких топлив
3. Элементарный состав газового топлива
4. Теплота сгорания твердого и жидкого топлива
5. Теплота сгорания газового топлива
6. Теоретический расход воздуха на горение
7. Теоретические объемы продуктов сгорания
8. Принцип получения пара и типы паровых котлов
9. Принципиальные схемы котлов и их основные характеристики
10. Паровое регулирование температуры перегретого пара
11. Газовое регулирование температуры перегретого пара
12. Водяные экономайзеры
13. Воздухоподогреватели
14. Схема газопроводов котла
15. Принцип действия и устройство турбин
16. Преобразование энергии в ступени турбины
17. Потери и КПД турбинной ступени
18. Расчет тепловой схемы ТЭЦ. Подбор оборудования. Принцип действия и устройство турбин
19. Преобразование энергии в ступени турбины
20. Потери и КПД турбинной ступени
21. Регенеративные циклы ПТУ
22. Промежуточный перегрев пара
23. Типы тепловых электрических станций
24. Термодинамические основы теплофикации
25. Принципиальная тепловая схема ТЭЦ
26. Водоснабжение ТЭС
27. Схема АЭС. Особенности цикла.
28. Термоэлектрические источники энергии
29. Перспективы развития тепловой энергетики
30. Информационные системы в энергетике

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определенное количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	15
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	15
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	15
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	15
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ежемесячный международный журнал Тепловые процессы в технике? -

<https://mai.ru/science/publish/tpt.php?from=science>

Электронный журнал - <http://sntbul.bmstu.ru/>

Электронный образовательный ресурс - <https://edu.kpfu.ru/enrol/index.php?id=2047>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекционные занятия могут вестись как в очном, так и в дистанционном форматах с использованием соответствующего программного обеспечения. В ходе лекционных занятий студент должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
практические занятия	<p>Во время практических занятий будут решены задачи по теме пройденных лекций. Во время пары практических занятий минимум один студент на одно занятие будет выводиться к доске для разбора решения задачи. Также для дополнительного понятия темы будут выдаваться задачи для решения на дом. Для стимуляции студентов при решении задач будут выставляться дополнительные баллы. Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет</p>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы могут вестись как в очном, так и в дистанционном форматах с использованием соответствующего программного обеспечения. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет</p>



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студента обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям для всех дисциплин учебного плана. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных контрольных работ, тестовых заданий, сделанных докладов и других форм текущего контроля. Самостоятельная работа студента включает в себя следующие формы работ: - изучение лекционного материала, предусматривающие проработку конспекта лекций и учебной литературы; - поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса; - выполнение домашнего задания или домашней контрольной работы, выдаваемых на практических занятиях; - изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к контрольной работе; - подготовка к зачету или экзамену; - написание реферата или подготовка презентации по заданной проблеме.</p> <p>Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
тестирование	<p>После последней лекция взять у преподавателя перечень вопросов к тесту и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут непонятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
контрольная работа	<p>Во время контрольных работ будут решены задачи по теме пройденных лекций. Во время пары практических занятий минимум один студент на одно занятие будет выводиться к доске для разбора решения задачи. Также для дополнительного понятия темы будут выдаваться задачи для решения на дом. Контрольная работа проверяется и выставляются балы.Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
экзамен	<p>После последних лекций взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут непонятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>
устный опрос	<p>Обучающиеся получают вопросы по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется устно и ответ дается в развернутом виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. Использование дистанционных технологий: с помощью виртуальной аудитории преподавателя (файлы, форум, тестирование, публикации); посредством использования ЭОР преподавателя. Использование корпоративной платформы Microsoft Teams. Использование тематических информационных источников в сети Интернет.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки "Электроснабжение".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.11 Тепловые процессы в энергетике

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Кудинов А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учебное пособие / А. А. Кудинов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 325 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004731-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1080999> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
2. Овчинников Ю. В. Основы технической термодинамики: учебник/ Ю. В. Овчинников. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 292 с. - ISBN 978-5-7782-1303-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549343> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
3. Барилевич В. А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: учебное пособие / В. А. Барилевич, Ю. А. Смирнов. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 432 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005771-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003418> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Епифанов В. С. Термодинамика: учебное пособие / В. С. Епифанов, А. М. Степанов. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 88 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/522648> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
2. Тюков В. А. Теплопередача, вентиляционные и тепловые расчеты в электромеханике: учебное пособие / В. А. Тюков, Т. В. Честюнина, Ю. Г. Бухгольц. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 248 с. - ISBN 978-5-7782-2333-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549119> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.
3. Электротехнологические установки и системы. Теплопередача в электротехнологии. Упражнения и задачи : учебное пособие для вузов / В. С. Чередниченко, В. А. Сеницын, А. И. Алиферов, В. А. Тюков [и др.]. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 571 с. - ISBN 978-5-7782-1813-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548442> (дата обращения: 18.08.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.11 Тепловые процессы в энергетике

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.