

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Техническая термодинамика»

Направления подготовки

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

Основная профессиональная образовательная программа

«Промышленная теплоэнергетика»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Балаково

Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение знаний, необходимых для плодотворной творческой деятельности бакалавра. Дисциплина «Техническая термодинамика» формируют технологическое мировоззрение бакалавров для их производственно-технологической и проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.083 Специалист-теплоэнергетик атомной станции;
- 24.009 «Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями».

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение курса «Техническая термодинамика» связано с необходимостью знаний основ математики (общий курс), физики (общая), химии (общая), широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления.

Для освоения дисциплины «Техническая термодинамика» необходимы знание, умение и владение материалом по предшествующим: математика; физика; химия.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083);
- А/02.6 Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083);
- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009).

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект и область знаний	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в	ПК-1 способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	З-ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения У-ПК-1 Уметь: работать с информационным пространством на сервере (веб-сервере) организации для хранения, обмена и совместного использования информации по

	теплоэнергетике		проекту В-ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта.
Проведение теплотехнических расчетов оборудования согласно типовым методикам	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-5 Способен проводить теплотехнические, гидравлические, прочностные расчеты по типовым методикам	З-ПК-5 Знать: требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов для проведения типовых расчетов У-ПК-5 Уметь: выполнять расчеты по типовым методикам В-ПК-5 Владеть: информационно-коммуникационными технологиями, в том числе специализированным программным обеспечением для проведения расчетов

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях
Профессиональное воспитание	- формирование профессиональ-	1. Использование для формирования чувства	1. Организация и проведение экскурсий, научно-

<p>тание</p>	<p>ной ответственности в области исследования, проектирования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(лил) электротехнического оборудования (B28)</p>	<p>личной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(лил) электротехнического оборудования воспитательно-го потенциала блока профессиональных дисциплин: Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями/ Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий/Проектирование систем электроснабжения городов; Алгоритмизация и моделирование в теплоэнергетике и теплотехнологии/ Математические модели физических процессов в электротехнике и электроэнергетике; Обследование и испытание теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий/ Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Электрические станции и подстанции; Электроэнергетические системы и сети; Электроснабжение; Основы проектирования электрооборудования; Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. 2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутривузовского регионального и/или всероссийского уровня по электро- и(или) теплоэнергетике.</p>	<p>практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills. 3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях; 4. Участие в деятельности студенческого научного общества</p>
---------------------	---	---	---

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 4-ом и 5-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 ак. часа.

Календарный план

(4-й семестр)

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Макси маль ный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1	Законы термодинамики (первый закон термодинамики)	26	1		1	22/2	КЛ	25
	2	Законы термодинамики (второй закон термодинамики)	28	2		2	22/2		
2	3	Термодинамические процессы (процессы водяного пара)	30/3	2	2	2/2	22/2	КЛ	25
	4	Термодинамические процессы (процессы во влажном воздухе)	28/1	1	2	1	22/2		
Вид промежуточной аттестации			108/4	6	4/2	6/2	88/4	Зачет	50

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
З	Зачет

(5-й семестр)

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Атте стация разде ла (фор ма*)	Макси маль ный балл за раз дел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
3	5	Термодинамические процессы в нагнетателях и тепловых двигателях (сжатие газов и паров)	41	1	-	2	36/2	КЛ	25
	6	Термодинамические процессы в нагнетателях и тепловых двига-	44/2	2	2/1	2/1	36/2		

		телях (циклы двигателей внутреннего сгорания)							
4	7	Процессы получения работы, теплоты и холода (паросиловые циклы)	47/2	2	2/1	2/1	39/2	КЛ	25
	8	Процессы получения работы, теплоты и холода (циклы холодильных установок)	48	1	2	2	40/3		
Вид промежуточной аттестации			180/4	6	6/2	8/2	151/9	Экзамен	50

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
Э	Экзамен

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<p>Лекция 1. <i>Первый закон термодинамики</i></p> <p>1. Предмет технической термодинамики. Общие понятия и определения.</p> <p>2. Предмет и методы технической термодинамики. Общие понятия и определения.</p> <p>3. Понятия термодинамического процесса и термодинамической системы.</p> <p>4. Идеальные газы. Реальные газы.</p> <p>5. Основные параметры состояния идеальных газов. Уравнения состояния идеальных газов. Свойства реальных газов..</p> <p>6. Первый закон термодинамики.</p> <p>7. Понятия внутренней энергии и работы расширения газа. Аналитическое выражение работы процесса. Понятия энтальпии и энтропии.</p> <p>8. Теплоемкость газов.</p> <p>Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Аналитические выражения для теплоемкостей c_v и c_p.</p> <p>9. Процессы изменения состояния идеальных газов.</p> <p>10. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процесс.</p>	1	1-13
<p>Лекция 2. <i>Второй закон термодинамики</i></p> <p>1. Формулировка второго закона термодинамики. Теория циклов. Основные положения второго закона термодинамики.</p> <p>2. Круговые термодинамические процессы, или циклы.</p> <p>3. Теорема Карно.</p> <p>4. Свойства обратимых и необратимых циклов и математическое выражение второго закона термодинамики.</p>	2	1-13

<p>Лекция 3. <i>Процессы водяного пара</i></p> <p>1. Основные понятия и определения.</p> <p>2. Основные параметры жидкости и сухого насыщенного пара.</p> <p>3. Теплота парообразования.</p> <p>4. Основные термодинамические процессы водяного пара.</p>	2	1-13
<p>Лекция 4 <i>Влажный воздух</i></p> <p>.1. Общие понятия.</p> <p>2. Абсолютная влажность, влагосодержание и относительная влажность воздуха.</p> <p>3. Основные процессы во влажном воздухе</p>	1	1-13
<p>Лекция 5 <i>Сжатие газов и паров</i></p> <p>1. Назначение, устройства, основные процессы в компрессорах, .</p> <p>2. теоретические и действительные диаграммы процессов,</p> <p>4. Основные характеристики компрессоров</p>	1	1-13
<p>Лекция 6 Циклы двигателей внутреннего сгорания</p> <p>1. Основные процессы циклов.</p> <p>2. Цикл со сгоранием при подводе теплоты при постоянном объеме</p> <p>3. Цикл со сгоранием при подводе теплоты при постоянном давлении</p> <p>4. Цикл со сгоранием при смешанном подводе теплоты</p> <p>5. Характеристики циклов</p>	2	1-13
<p>Лекция 7 <i>Паросиловые циклы</i></p> <p>1. Паросиловой цикл Ренкина</p> <p>2. Теплофикационные циклы</p> <p>3. Цикл газовой турбины и парогазовый цикл</p>	2	1-13
<p>Лекция 8 <i>Циклы холодильных установок</i></p> <p>1. Истечение газов и паров.</p> <p>2. Первый закон термодинамики в применении к потоку движущегося газа. Работа проталкивания. Истечение капельной жидкости.</p> <p>3. Дросселирование газов и паров. Смещение газов. Уравнение процесса дросселирования.</p> <p>4. Эффект Джоуля-Томсона</p> <p>5. Паро и газокompрессионные циклы, пароэжекторный и абсорбционный цикл</p>	1	1-13

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p><i>Первый закон термодинамики:</i></p> <p>1. Определение внутренней энергии газов</p> <p>2. Определение работы процесса</p> <p>3. Определение теплоты, участвующей в процессе</p>	1	1-13
<p><i>Второй закон термодинамики:</i></p> <p>1. Определение термического КПД цикла Карно</p> <p>2. Определение холодильного коэффициента цикла Карно</p> <p>3. Определение работы прямого и обратного произвольного циклов</p>	2	1-13
<p><i>Процессы водяного пара</i></p> <p>1. Построение основных термодинамических процессов в PV-координатах. Вычисление работы процесса.</p> <p>2. Построение основных термодинамических процессов в TS-координатах. Вычисление теплоты процесса.</p> <p>3. Построение основных термодинамических процессов в hS-коор-</p>	2	1-13

динатах. Определение термодинамических параметров		
<i>Процессы во влажном воздухе</i> 1. Построение процессов охлаждения и нагревания воздуха в диаграмме Рамзина 2. Определение параметров влажного воздуха	1	1-13
<i>Сжатие газов и паров</i> 1. Построение теоретической индикаторной диаграммы поршневого компрессора (одно- и многоступенчатого) 2. Определение работы сжатия и теплоты сжатия одно- и многоступенчатого компрессора 3. Определение параметров работы компрессора. 4. Сравнение эффективности работы компрессора с различными процессами сжатия	2	1-13
<i>Циклы двигателей внутреннего сгорания</i> 1. Определение термического КПД цикла с подводом теплоты при постоянном объеме 2. Определение термического КПД цикла с подводом теплоты при постоянном давлении 3. Определение термического КПД цикла со смешанным подводом теплоты	2	1-13
<i>Паросиловые циклы</i> 1. Расчет параметров процесса паросиловой установки без перегрева пара 2. Расчет параметров процесса паросиловой установки с перегревом пара 1. Расчет параметров процесса паросиловой установки с теплофикационным циклом	2	1-13
<i>Циклы холодильных установок</i> 1. Расчет параметров парокомпрессионной установки 2. Расчет параметров газокompрессионной установки 3. Расчет параметров парожеткторной установки 4. Расчет параметров абсорбционной установки	2	1-13

Перечень лабораторных работ

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<i>Процессы водяного пара</i> Определение теплоты парообразования	2	7
<i>Процессы во влажном воздухе</i> Определение параметров влажного воздуха	2	7
<i>Сжатие газов и паров</i> Индицирование рабочего поршневого компрессора	2	5
<i>Паросиловые циклы</i> Определение энергетических параметров паровой микротурбины.	2	6
<i>Циклы холодильных установок</i> 1. Изучение дросселирования газа 2. Исследование вихревого эффекта	2	6

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
4 семестр		
Предмет технической термодинамики. Общие понятия и определения. Идеальные газы. Реальные газы. Основные термодинамические параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Основные законы идеальных газов. Смесь идеальных газов. Основные свойства газовых смесей. Газовая постоянная смеси газов. Парциальные давления. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса Первый закон термодинамики. Теплоемкость газа. Термодинамические процессы идеальных газов. Закон сохранения и превращения энергии. Обратимые и необратимые процессы. Аналитическое выражение закона первого закона термодинамики. Массовая, объемная и мольная теплоемкости газа. Общие вопросы исследования термодинамических процессов.	22	1-13
Второй закон термодинамики. Прямой обратимый цикл Карно. Обратный обратимый цикл Карно. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Максимальная работа. Эксергия.	22	1-13
Водяной пар. Основные термодинамические процессы водяного пара. Основные параметры влажного насыщенного водяного пара. Основные параметры перегретого пара. Энтропия воды и водяного пара. Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара.	22	1-13
Влажный воздух. Компрессоры. Циклы Плотность, газовая постоянная и энтальпия влажного воздуха. Многоступенчатый компрессор.	22	1-13
5 семестр		
Компрессоры динамические и объемные. Параметры работы компрессоров. Сравнение процессов сжатия в компрессорах. Диаграммы процессов сжатия	36	1-13
Циклы двигателей внутреннего сгорания и построение диаграмм в координатах давление-объем и температура-энтропия. Сравнение термического КПД различных циклов.	36	1-13
Циклы паросиловых установок энергетических и теплофикационных. Парогазовый цикл. Построение циклов в координатах давление-объем и температура-энтропия. Дросселирование газов и паров. Дросселирование, или мятие, водяного пара.	39	1-13
Истечение газов и паров. Истечение газов с учетом трения. Смешение газов. Циклы умеренного и глубоко охлаждения. Параметры работы холодильных установок	40	1-13
Контроль	13	

Контрольная работа

Контрольные работы выполняются №1 в 4-ом семестре, №2 в 5-ом семестре

Задание для контрольной работы

Контрольная работа содержит четыре задачи.

Номер варианта задачи выбирается из таблицы в соответствии с последней цифрой номера

Вариант	Номера задач
0	1, 2, 3, 4
1	5, 6, 7, 8
2	9, 10, 11, 12
3	13, 14, 15, 16
4	17, 18, 19, 20
5	1, 3, 5, 7
6	2, 4, 6, 8
7	10, 12, 14, 16
8	9, 11, 13, 15
9	17, 18, 19, 20

Контрольная работа №1

№ 1

В цилиндре диаметром $d = 55$ см содержится воздух объемом $V = 0,5$ м³ при давлении $P_{\text{АБС}} = 2,5$ бар, и температуре $t = 48^\circ\text{C}$. До какой температуры должен нагреваться воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на $h = 35$ см?

№ 2

Газ находится в баллоне объемом V при известных давлении P_m (показание манометра) и температуре t . Определить массу и плотность газа.

№ 3

Начальное состояние азота задано параметрами: $t = 180^\circ\text{C}$, $v = 2,0$ м³/кг. Азот нагревается в процессе при постоянном давлении, причем объем азота увеличивается втрое.

Определить конечную температуру.

№ 4

Подсчитать среднюю массовую и среднюю объемную теплоемкость воздуха при нагревании его от $t_1 = 50$ °С до $t_2 = 500$ °С в процессе при постоянном объеме, пользуясь таблицами. Сравнить полученный результат со значениями теплоемкостей, подсчитанными по молекулярно – кинетической теории.

№ 5

В компрессоре газовой турбины сжимается воздух. Начальная температура воздуха $t_1 = 45^\circ\text{C}$, конечная температура после сжатия $t_2 = 145^\circ\text{C}$. Определить изменение энтальпии и внутренней энергии воздуха в процессе сжатия, считая значения теплоемкости по молекулярно – кинетической теории.

№ 6

Найти изменение энтропии при переходе 5 г водорода объема 30 л под давлением 130 кПа к объему 40 л под давлением 110 кПа.

№ 7

При торможении двигателя охлаждающая тормозные колодки вода нагревается на 35°C . Расход воды составляет $m_v = 1000$ кг/ч.

Определить мощность двигателя N , кВт, если 20 % тепла трения рассеивается в окружающую среду.

№ 8

Газ, совершающий цикл Карно, получает от нагревателя теплоту $Q_1 = 45$ кДж. Какую работу совершает газ, если абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура охладителя?

№ 9

Воздух, начальные параметры которого $p_1 = 0,15$ МПа и $T_1 = 310$ К, адиабатно сжимается в цилиндре ДВС. Степень сжатия $\varepsilon = 9$. Затем в изохорном процессе к нему подводится 280 кДж/кг теплоты. Определить работу сжатия и параметры воздуха после подвода теплоты.

№ 10

Определить потери теплоты с 1 погонного метра изолированного горизонтального паропровода $d = 250$ мм, если температура на поверхности изоляции $t_{\text{из}} = 60^\circ\text{C}$, толщина изоляции $\Delta_{\text{из}} = 40$

мм, температура воздуха в машинном отделении $t_b = 25^\circ\text{C}$. Восколько раз увеличатся теплотеплопроводности для неизолированного, паропровода, если температура на его поверхности установилась равной $= 250^\circ\text{C}$?

№ 11

По стальному неизолированному трубопроводу диаметром 70 x 6 мм течет холодильный агент, температура которого $t_2 = -19^\circ\text{C}$. Температура воздуха в помещении, где проходит трубопровод $t_1 = 23^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $\alpha_2 = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, со стороны холодильного агента $\alpha_1 = 900 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$. На сколько процентов снизится потеря холода, если трубопровод покрыть слоем изоляции с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2 = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \times \text{К})$ толщиной $\Delta_2 = 6,5 \text{ мм}$?

№ 12

В сосуде находится смесь воздуха и углекислоты. Объем сосуда $V = 0,5 \text{ м}^3$ количество воздуха $M_1 = 3,1 \text{ кг}$, углекислоты $M_2 = 5,2 \text{ кг}$; температура смеси $t_{\text{см}} = 23^\circ\text{C}$.

Найдите парциальные давления компонентов P_i , газовую постоянную смеси $R_{\text{см}}$ давление смеси $P_{\text{см}}$.

№ 13

В резервуаре объемом 20 м^3 находится газовая смесь, состоящая из 2 кг кислорода и 40 кг азота. Температура смеси равна 25°C . Определить парциальные давления компонентов смеси.

№ 14

В цилиндр газового двигателя засасывается газовая смесь, состоящая из 30 массовых долей воздуха и 2 долей коксового газа.

Определить плотность и удельный объем смеси при нормальных условиях, а также парциальное давление воздуха в смеси.

№ 15

В цилиндре находится воздух под давлением $p = 5 \text{ атм}$ и температуре $t_1 = 140^\circ\text{C}$. Он занимает объем $V_1 = 0,9 \text{ м}^3$. Определите, чему будет равен объем $V_2, \text{ м}^3$ воздуха, если при неизменном давлении температура его будет понижена до $t_2 = 10^\circ\text{C}$. Определите количество отведенного тепла и совершенную работу. Среднюю теплоемкость воздуха c_p в заданном интервале температур принять по таблице справочной литературы.

№ 16

Влажный пар с начальным давлением $p_1 = 1,5 \text{ МПа}$ и степенью сухости $x = 0,97$ вытекает через суживающееся сопло с сечением $f_2 = 3 \times 10^{-5} \text{ м}^2$ в атмосферу. Определить секундный расход пара, если скоростной коэффициент сопла $\phi = 0,9$.

№ 17

Влажный пар с начальной температурой $t_1 = 240^\circ\text{C}$ и степенью сухости $x_1 = 0,93$ дросселируется до давления $P_2 = 0,7 \text{ МПа}$. Найти конечную степень сухости, удельный объем, изменение энтропии, энтальпию и температуру конечной точки.

№ 18

Влажный воздух с начальной температурой $t_1 = 24^\circ\text{C}$ и относительной влажностью 55% охлаждаются при постоянном влагосодержании до относительной влажности 90%. Определить температуру в конце процесса охлаждения и сколько при этом необходимо отвести теплоты.

№ 19

Температура точки росы влажного воздуха равна $t_1 = 18^\circ\text{C}$. Сколько необходимо подвести теплоты для осушения воздуха, если его первоначальная влажность 95% а необходимо получить воздух с влажностью 50%.

№ 20

В летнее время с улицы в помещение поступает наружный воздух с температурой $t_1 = 28^\circ\text{C}$ и относительной влажностью 40%. Сколько необходимо распылить влаги на 1 кг сухого воздуха, чтобы получить воздух в помещении с температурой $t_1 = 20^\circ\text{C}$ и относительной влажностью 65%.

Контрольная работа №2

№1

Воздух адиабатически сжимается в компрессоре от начальных параметров температура 20°C и атмосферного давления 1 бар до конечного давления 8 бар. Определить температуру в конце сжатия и работу сжатия 1 кг воздуха.

№2

При политропном сжатии воздуха с показателем политропы $n=1,25$ от давления 0,1 МПа и

температуры 24°C температура повысилась до 200°C . Определить давление в конце сжатия и работу сжатия

№3

Определить работу изотермического сжатия в компрессоре если начальная температура воздуха равна 15°C и давление повышается от $0,1\text{ МПа}$, до $0,7\text{ МПа}$.

№4

Сравнить работу сжатия воздуха в одном и том-же компрессоре со степенью повышения давления, равной 5 от начального давления $0,1\text{ МПа}$ и температуры 22°C для изотермического, адиабатического и политропного сжатия с показателем политропы 1,23

№5

Сколько необходимо отвести теплоты от сжимаемого в изотермическом процессе воздуха от давления $0,1\text{ МПа}$ до давления $0,65\text{ МПа}$, если температура сжатия 23°C

№6

Определить термический КПД цикла со сгоранием при постоянном объеме если степень сжатия цикла равна 8. Параметры воздуха, поступающего в цилиндр соответствуют нормальным условиям. Показатель адиабаты топливовоздушной смеси принять равным показателю адиабаты воздуха.

№7

Чему равен термический КПД цикла дизеля, если степень сжатия равна 13, степень предварительного расширения 1,2. Все остальные необходимые для расчета параметры взять как у воздуха

№8

Вычислить термический КПД цикла Тринклера двигателя со степенью сжатия равной 11, степенью предварительно расширения 1,25 и степенью повышения давления при подводе теплоты со сгоранием при постоянном объеме 1,15

№9

Определить термический КПД цикла Ренкина с начальными параметрами пара: давление 9 МПа и температура 350°C и давлением пара в конденсаторе 6 кПа

№10

Определить изменение термического КПД газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объеме если температуру сгорания увеличить с 500°C до 600°C . При этом все остальные параметры оставить неизменными. Температура воздуха на входе в компрессор соответствует нормальным условиям, температура воздуха в конце сжатия 300°C , в конце расширения 200°C .

№11

Определить по диаграмме водяного пара количество подведенной теплоты для 1 кг воды при температуре кипения, соответствующей давлению 6 МПа для получения сухого насыщенного пара.

№12

С помощью диаграммы водяного пара определить, сколько необходимо отвести теплоты в конденсаторе паровой турбины от 1 кг насыщенного водяного пара для получения конденсата, если давление в конденсаторе $4,5\text{ кПа}$.

№13

Чему равен термический КПД паросилового цикла без перегрева пара, если сухой насыщенный пар имеет температуру 300°C , а давление в конденсаторе равно 4 кПа

№14

Во сколько раз увеличится расход тепла на получение 1 кг пара, если в цикле с подводом теплоты в котле с температурой 250°C ввести перегрев пара до 300°C .

№15

Как измениться термический КПД цикла с температурой подвода теплоты в котле 320°C и давлением в конденсаторе 5 кПа , если ввести промежуточный перегрев пара до температуры 350°C .

№16

Для обратного цикла Карно построить диаграмму цикла с указанием всех процессов и определить холодильный коэффициент. Если минимальная температура цикла минус 50°C , а максимальная плюс 20°C

№17

Построить диаграмму газосжимающего цикла с указанием всех процессов и определить его холодильный коэффициент если температура газа на входе в холодильную камеру минус 25°C ,

на выходе холодильной камеры минус 15⁰С, в конце сжатия 50⁰С и после охлаждения после цикла сжатия 20⁰С. Изменением теплоемкости газа пренебречь.

№18

Изобразить схему и диаграмму цикла парокompрессионной установки с сухим ходом компрессора с указанием всех процессов на диаграмме и назначением всех элементов схемы.

№19

Изобразить схему и диаграмму цикла установки глубокого охлаждения воздуха с промежуточным дросселированием с указанием всех процессов на диаграмме и назначением всех элементов схемы

№20

Изобразить схему и диаграмму цикла установки глубокого охлаждения воздуха с промежуточным детандерным охлаждением с указанием всех процессов на диаграмме и назначением всех элементов схемы.

Контрольные работы выполняется в ученической тетради или на одной стороне листа формата А4 рукописным способом. Допускается набирать на компьютере и распечатывать на принтере на одной стороне стандартного листа формата А4. Шрифт: Times New Roman, высота 14; интервал – полуторный, выравнивание текста - по ширине.

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций в аудитории с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Лабораторные работы проводятся на лабораторных установках. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Законы термодинамики	ПК-1, ПК-5	Коллоквиум
3	Термодинамические процессы	ПК-1, ПК-5	Коллоквиум
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	ПК-1, ПК-5	Вопросы к зачету (устно)
5	Процессы в нагнетателях и двигателях	ПК-1, ПК-5	Коллоквиум
6	Процессы получения теплоты и холода	ПК-1, ПК-5	Коллоквиум
7	Экзамен	ПК-1, ПК-5	Вопросы к экзамену (устно)

Вопросы входного контроля.

1. Основные определения термодинамики
2. Внутренняя энергия и ее изменения
3. Изобарный процесс
4. Изотермический процесс
5. Изохорный процесс
6. Тепловой эффект химической реакции
7. Теплоемкость химической реакции
8. Скорость химической реакции
9. Химическое равновесие. Константа химического равновесия
10. Смещение химического равновесия

Вопросы к промежуточному тестированию

Коллоквиум №1

1. Предмет технической термодинамики.
2. Общие понятия и определения.
3. Идеальные газы.
4. Реальные газы.
5. Основные термодинамические параметры состояния.
6. Термодинамическое равновесие.
7. Основные законы идеальных газов.
8. Смесь идеальных газов.
9. Основные свойства газовых смесей.
10. Газовая постоянная смеси газов.

Вопросы к промежуточному тестированию

Коллоквиум №2

1. Парциальные давления.
2. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса
3. Первый закон термодинамики.
4. Теплоемкость газа.
5. Термодинамические процессы идеальных газов.

6. Закон сохранения и превращения энергии.
7. Обратимые и необратимые процессы.
8. Аналитическое выражение закона первого закона
9. Понятие энтальпии.
10. Внутренняя энергия газа

Вопросы к промежуточному тестированию

Коллоквиум №3

1. Компрессоры динамические.
2. Компрессоры объемные.
3. Параметры работы компрессоров.
4. Сравнение процессов сжатия в компрессорах.
5. Диаграммы процессов сжатия
6. Циклы двигателей внутреннего сгорания
7. Построение диаграмм в координатах давление-объем
8. Построение диаграмм в координатах температура-энтропия.
9. Термический КПД бензинового двигателя..
10. Термический КПД дизельного двигателя.

Вопросы к промежуточному тестированию

Коллоквиум №4

1. Циклы паросиловых установок энергетических.
2. Циклы паросиловых установок теплофикационных.
3. Парогазовый цикл.
4. Построение циклов в координатах давление-объем.
5. Построение циклов в координатах температура-энтропия.
6. Дросселирование газов и паров.
7. Дросселирование, или мятие, водяного пара.
8. Циклы умеренного охлаждения.
9. Циклы глубокого охлаждения.
10. Параметры работы холодильных установок.

Вопросы к собеседованию (к зачету):

1. Предмет и методы технической термодинамики. Общие понятия и определения.
 2. Понятия термодинамического процесса и термодинамической системы.
 3. Основные термодинамические параметры состояния.
 4. Термодинамическое равновесие.
 5. Основные параметры состояния идеальных газов. Уравнения состояния идеальных газов.
- Основные законы идеальных газов.
6. Свойства реальных газов.
 7. Смесь идеальных газов. Основные свойства газовых смесей.
 8. Газовая постоянная смеси газов. Парциальные давления.
 9. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса
 10. Понятия внутренней энергии и работы расширения газа. Первый закон термодинамики
 11. Аналитическое выражение работы процесса.
 12. Понятия энтальпии и энтропии.
 13. Обратимые и необратимые процессы.
 14. Основные положения второго закона термодинамики.
 15. Круговые термодинамические процессы, или циклы.

16. Теорема Карно.
17. Свойства обратимых и необратимых циклов и математическое выражение второго закона термодинамики.
18. Максимальная работа. Эксергия.
19. Водяной пар. Парообразование, испарение, кипение, конденсация, сублимация и десублимация
20. Процесс парообразования в закрытом сосуде
21. Понятия насыщенного и ненасыщенного пара. Степень сухости пара. Перегретый пар
22. Особенности $p-v$ -диаграммы водяного пара
23. Теплота парообразования
24. Основные термодинамические процессы и водяного пара. Изохорный процесс
25. Основные термодинамические процессы и водяного пара. Изобарный процесс
26. Основные термодинамические процессы и водяного пара. Изотермный процесс
27. Основные термодинамические процессы и водяного пара. Адиабатный процесс

Вопросы к собеседованию (к экзамену):

1. Первый закон термодинамики в применении к потоку движущегося газа
2. Сопло и диффузор
3. Располагаемая работа при истечении газа
4. Скорость истечения и секундный расход идеального газа
5. Критическая скорость
6. Сопло Лавалья
7. Дросселирование газов и паров
8. Эффект Джоуля-Томсона
9. Влажный воздух. Насыщенный и ненасыщенный влажный воздух. Общее давление влажного воздуха.
10. Абсолютная и относительная влажность. Температура точки росы
11. Компрессор. Разновидности компрессоров. Одноступенчатый поршневой компрессор
12. Теоретическая индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора
13. Вредное пространство одноступенчатого поршневого компрессора.
14. Объемный коэффициент полезного действия компрессора, коэффициент наполнения
15. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Общие понятия
16. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме
17. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении
18. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл со смешанным подводом теплоты
- 19 Газотурбинный установки
20. Циклы паротурбинных установок
21. Регенеративный цикл паротурбинной установки
- 22 Циклы атомных электростанций
23. Циклы холодильных установок
25. Циклы абсорбционных холодильных установок
25. Циклы паровой компрессорной холодильной установки

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой)	Оценка (балл за	Требования к знаниям
---------------------	--------------------	----------------------

рейтинговой оценки)	ответ на зачете)	
100-60	«зачтено» - 35 баллов	<ul style="list-style-type: none"> – Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
59-0	«не зачтено» - 0 баллов	<ul style="list-style-type: none"> – Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (баллы за ответы на экзамене)	Требования к знаниям
90-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Записывает расчетные формулы, объясняет их значение, перечисляет основные законы, записывает математические выражения основных законов.
70-89	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
60-69	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-59	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Куликов, А. А. Техническая термодинамика : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, [б. г.]. — Часть I : Общие принципы — 2015. — 104 с. <https://e.lanbook.com/book/64132>
2. Общая теплотехника : учебное пособие / И. В. Иванова, А. Ф. Смоляков, А. А. Куликов, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2016. — 88 с. <https://e.lanbook.com/book/74024>
3. Техническая термодинамика. Круговые процессы: теория и применение : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, А. Ф. Смоляков, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 44 с. <https://e.lanbook.com/book/112724>
4. Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий: учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 304 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/149299/#2>

Дополнительная литература:

5. Кузнецов, В. Н. Техническая термодинамика : учебное пособие / В. Н. Кузнецов, Н. В. Жданов. — Омск : ОмГУПС, 2014. — 97 с. <https://e.lanbook.com/book/129181>
6. Круглов, А. Б. Руководство по технической термодинамике с примерами и задачами : учебное пособие / А. Б. Круглов, И. С. Радовский, В. С. Харитонов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 156 с. <https://e.lanbook.com/book/75939>
7. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. <https://e.lanbook.com/book/96253>
8. Чухин, И. М. Сборник задач по технической термодинамике : учебное пособие / И. М. Чухин. — 2-е перераб. и доп. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 248 с. <https://e.lanbook.com/book/154598>
9. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие / Н. М. Цирельман. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. <https://e.lanbook.com/book/107965>
10. Шаров, Ю. И. Техническая термодинамика : учебно-методическое пособие / Ю. И. Шаров, О. К. Григорьева. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 40 с. <https://e.lanbook.com/book/152206>
11. Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники: учебное пособие / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 352 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/100922/#3>
12. Теплогазоснабжение и вентиляция : практикум / составители Е. В. Одокиенко. — Тольятти: ТГУ, 2017. — 45 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/140286/#4>
13. Федюнина, Т. В. Основы теплотехники : учебное пособие / Т. В. Федюнина, О. В. Наумова, Д. С. Катков. — Саратов : Саратовский ГАУ, 2019. — 100 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/137512/#3>

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия по данной дисциплине проводятся в мультимедийной аудитории № 413. Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:
процессор - AMD Athlon (tm) 64x2, 3800+2.03GHz
оперативная память – 4,00Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Комплекс мультимедийный в составе компьютер с колонками, проектор и экран.

Лабораторные и практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термо-

динамика» (ауд.318). Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторный стенд ТОТ-ТПБ для испытания различных конструкций теплообменников;

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

1. Определение теплоемкости воздуха;

2. Определение критического диаметра тепловой изоляции;

3. Определение критического перепада давления и критической скорости;

4. Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов.

Лабораторный стенд «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов».

Реализация компетентностного подхода в процессе изучения дисциплины предполагает организацию интерактивных занятий. Интерактивные занятия проводятся в виде лабораторных занятий, во время которых обучающиеся в непосредственном контакте с преподавателем осваивают практические навыки проведения экспериментальных исследований.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомьтесь с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Получить задание у преподавателя на выполнение лабораторной работы. Изучить методическое указание по ее выполнению. Выполнить предусмотренные измерения и оформить отчет в письменном виде в соответствии с требованиями методических указаний. Отчет сдать на проверку преподавателю и отчитаться устно, отвечая на вопросы преподавателя.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотрен-

ных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты во время практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчетов выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания для проведения лабораторных занятий

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

Заблаговременно проверить работоспособность лабораторных установок. Наличие методических указаний к проведению лабораторных работ. Подготовить индивидуальное задание по установке режимов работы лабораторных установок для каждого студента, в соответствии со списком студентов.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил: доцент Устинов Н.А.

Рецензент: доцент Костин Д.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.