

7,8 ∇ Э8а

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Тепловые энергетические установки»



ПРЕДСТАВЛЯЮ
Первый проректор

И.В. Макурин

01 20 18г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Техническая термодинамика»

основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров по направлению
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
профиль «Тепловые электрические станции»

Форма обучения	Заочная
Технология обучения	Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы
к.т.н., доцент

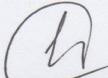

_____ А.В. Смирнов
« 23 » _____ 03 _____ 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


_____ И.А. Романовская
« 24 » _____ 03 _____ 2017 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Тепловые энергетические установки»


_____ А.В. Смирнов
« 23 » _____ 03 _____ 2017 г.

Декан факультета заочного
и дистанционного образования


_____ М.В. Семибратова
« 23 » _____ 03 _____ 2017 г.

Начальник учебно-методического
управления


_____ Е.Е. Поздеева
« 24 » _____ 03 _____ 2017 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Техническая термодинамика» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 № 1081, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Техническая термодинамика							
Цель дисциплины	Сформировать у студента теоретическую и практическую базу для проведения теплотехнических расчетов теплоэнергетического оборудования и оценки его термодинамической эффективности							
Задачи дисциплины	<p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p><i>знать:</i> основные законы и фундаментальные принципы технической термодинамики, свойства и процессы изменения состояний рабочих тел, принципы преобразования энергии в тепловых и холодильных машинах, термодинамические циклы, методы расчета термодинамических свойств веществ, схемы и циклы тепловых и холодильных машин, характеристики циклов, пути повышения эффективности работы тепловых и холодильных машин;</p> <p><i>уметь:</i> определять параметры рабочих тел, характеристики термодинамических процессов и циклов, проводить анализ теплоэкономических показателей работы теплоэнергетических установок при изменении определяющих параметров;</p> <p><i>владеть навыками:</i> выполнения термодинамических расчетов изменения состояния рабочих тел, определения характеристик термодинамических циклов и показателей тепловой экономичности тепловых машин и холодильных установок.</p>							
Основные разделы дисциплины	<p>Термодинамическая система, ее состояние и характеристики.</p> <p>Энергетические характеристики термодинамических систем.</p> <p>Термодинамические процессы и циклы.</p> <p>Реальные газы и пары. Водяной пар.</p> <p>Течение газов и паров.</p> <p>Циклы паротурбинных установок.</p> <p>Циклы газотурбинных установок.</p> <p>Циклы двигателей внутреннего сгорания.</p> <p>Комбинированные циклы теплоэнергетических установок.</p> <p>Машины для сжатия и расширения газа.</p> <p>Циклы холодильных установок и тепловых насосов.</p>							
Общая трудоемкость дисциплины	12з.е. / 432 академических часа							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	5 семестр	12	8	6	-	181	9	216
	6 семестр	10	8	-	-	194	4	216
	ИТОГО:	22	16	6	-	370	18	432

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине(модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
Способность демонстрировать базовые знания в области естественных дисциплин, готовностью выявлять естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)	З-4 (ОПК-2-4):основные законы и фундаментальные принципы технической термодинамики, свойства и процессы изменения состояний рабочих тел, принципы преобразования энергии в тепловых и холодильных машинах, термодинамические циклы, методы расчета термодинамических свойств веществ; З-3 (ОПК-2-5):схемы и циклы тепловых и холодильных машин, характеристики циклов, пути повышения эффективности работы тепловых и холодильных машин.	У-4 (ОПК-2-4): определение параметров рабочих тел, характеристик термодинамических процессов и циклов; У-3 (ОПК-2-5):анализтеплоэнергетических показателей работы теплоэнергетических установок при изменении определяющих параметров.	Н-4 (ОПК-2-4): выполнение термодинамических расчетов изменения состояния рабочих тел; Н-3 (ОПК-2-5): определение характеристик термодинамических циклов и показателей тепловой экономичности тепловых машин и холодильных установок.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина(модуль) «Техническая термодинамика» изучается на 3 курсе в 5-6 семестрах, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции «Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)», в процессе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Химия».

Дисциплина является основой для изучения блока профессиональных дисциплин: «Котельные установки и парогенераторы», «Турбины тепловых и атомных электростанций», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Тепловые и атомные электрические станции».

Входной контроль не проводится.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	432
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	22
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	22
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	375
Промежуточная аттестация обучающихся	13

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

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1 Общая техническая термодинамика					
Тема Введение: <i>основное содержание и структура курса, рекомендуемая литература, исторические сведения.</i>	Лекция	0,5	Традиционная	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Термодинамическая система, ее состояние и характеристики: <i>основные понятия и определения: термодинамическая система гомогенная и гетерогенная, термоизолированная и термомеханическая, закрытая и открытая; рабочее тело, термодинамическое состояние; термодинамический процесс – равновесный и неравновесный; внешние и внутренние параметры состояния, термические параметры состояния, идеальный газ; уравнение состояния идеального газа; газовая и универсальная газовые постоянные; газовые смеси.</i>	Лекция	2	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Энергетические характеристики термодинамических систем: <i>виды энергии и их особенности; внутренняя энергия, теплота и работа; диаграмма p-v, графическое изображение работы; энтальпия; теплоемкость и ее виды, теплоемкость газовых смесей.</i>	Лекция	1	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Основные термодинамические законы: <i>первый закон термодинамики; уравнение первого закона термодинамики и его анализ; второй закон термодинамики и его основ-</i>	Лекция	0,5	Традиционная	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<i>ные положения.</i>					
Тема Термодинамические процессы с идеальным газом: <i>равновесные термодинамические процессы и их обратимость; основные термодинамические процессы с идеальным газом, исследование этих процессов, политропные процессы, характеристики политропных процессов в зависимости от значения показателя политропы.</i>	Лекция	1	Традиционная	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Энтропия. Изменение энтропии в процессах. Диаграмма T-s: <i>энтропия и ее основные свойства; изменение энтропии в термодинамических процессах, диаграмма T-s и ее основные свойства, основные термодинамические процессы с идеальным газом в T-s диаграмме.</i>	Лекция	0,5	Традиционная	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Круговые процессы или циклы. Цикл Карно: <i>круговые процессы или циклы, прямые и обратные циклы; понятие о термодинамическом цикле тепловых машин; термический КПД цикла; идеальный цикл Карно и его значение в теплотехнике.</i>	Лекция	1	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Реальные газы и пары. Водяной пар: <i>реальные газы, их особенности и отличия от идеальных газов; уравнения состояния реальных газов; уравнение Ван-дер-Ваальса; пары, водяной пар, основные понятия и определения; изменение агрегатного состояния вещества; процесс парообразования, диаграмма p-v для водяного пара; критические параметры водяного пара; теплота,</i>	Лекция	3	Традиционная, интерактивная (1 час)	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<i>энтальпия и энтропия жидкости; внутренняя, внешняя и полная теплота парообразования; энтальпия и энтропия насыщенного пара; диаграмма T-s для водяного пара; теплота, энтальпия и энтропия перегретого пара; диаграмма i-S для водяного пара; основные термодинамические процессы с водяным паром и диаграммах p-v, T-s, i-s; таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара.</i>					
Тема Влажный воздух: <i>влажный воздух, основные понятия и определения; параметры влажного воздуха; I-d диаграмма влажного воздуха.</i>	Лекция	0,5	Традиционная	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)
Тема Течение газов и паров: <i>истечение газов и паров, основные допущения при термодинамическом исследовании потока газа или пара; уравнение неразрывности струи; уравнение первого закона термодинамики для потока газа; сопла и диффузоры; адиабатное истечение без потерь через суживающие сопла располагаемая работа, скорость истечения и расход газа, критические параметры истечения; зависимость профиля канала от скорости при адиабатном истечении; определение скорости истечения водяного пара по i-s диаграмме; дросселирование (мятие) газов и паров; эффективность преобразования энергии; функции работоспособности; эксергия; эксергетические диаграммы; эксергетические потери и эксергетический КПД; эксергетический анализ</i>	Лекция	2	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<i>термодинамических процессов.</i>					
Тема Определение показателя адиабаты: <i>изучение адиабатного процесса</i>	Лабораторная работа	2	Традиционная	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Изохорное нагревание воды и водяного пара: <i>изучение свойств водяного пара на линии насыщения</i>	Лабораторная работа	2	Традиционная, интерактивная (1 час)	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Определение изобарной теплоемкости воздуха: <i>изучение способа определения удельной массовой теплоемкости</i>	Лабораторная работа	2	Традиционная	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Законы идеальных газов: <i>законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля; уравнение состояния</i>	Практическое занятие	1	Традиционная	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Газовые смеси: <i>Определение параметров смеси</i>	Практическое занятие	1	Традиционная	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Термодинамические процессы: <i>определение энергетических параметров процесса, параметров начального и конечного состояний.</i>	Практическое занятие	2	Традиционная	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Водяной пар: <i>определение параметров водяного пара с помощью таблиц и диаграмм, построение процессов в диаграмме.</i>	Практическое занятие	3	Традиционная, интерактивная (2 час)	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Тема Течение газов и паров: <i>определение параметров рабочего тела при истечении, скорости и расхода.</i>	Практическое занятие	1	Традиционная	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучаю-	124	Чтение основной и дополнительной	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	щихся (изучение теоретических разделов)		ной литературы		
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)	16	Просмотр теоретических материалов по теме предстоящего занятия	ОПК-2	З-4 (ОПК-2-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным занятиям)	6	Подготовка отчетов по лабораторным работам и к их защите	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	20	Выполнение РГР, его оформление и подготовка к защите	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контрольной работы)	15	Выполнение контрольной работы, ее оформление и подго-	ОПК-2	У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-ем-кость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Промежуточная аттестация по дисциплине в 5 семестре		9	экзамен	ОПК-2	3-4 (ОПК-2-4) У-4 (ОПК-2-4) Н-4 (ОПК-2-4)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	12	-	-	-
	Лабораторные работы	6	-	-	-
	Практические занятия	8	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	181	-	-	-
	Промежуточная аттестация	9	-	-	-
Раздел 2 Термодинамика циклов теплоэнергетических установок					
Тема Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): <i>двигатели внутреннего сгорания, принцип работы, основные понятия и определения; цикл ДВС с подводом тепла при постоянном объеме; цикл ДВС с подводом тепла при постоянном давлении; цикл ДВС со смешанным подводом теплоты; сравнение циклов ДВС.</i>	Лекция	1	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)
Тема Циклы паротурбинных установок (ПТУ): <i>общее понятие о конденсационных и теплофикационных ПТУ; идеальный цикл ПТУ (цикл Ренкина), термический КПД цикла, относительный внутренний КПД; пути повышения эффективности циклов ПТУ; влияние начальных и ко-</i>	Лекция	3	Традиционная, интерактивная (1 час)	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<i>нечных параметров пара на экономичность ПТУ; схема и цикл ПТУ с промежуточным перегревом пара, термический КПД цикла, влияние давления и температуры промежуточного перегрева на термический КПД цикла; термодинамическая эффективность регенерации, степень регенерации, предельная и оптимальная температуры регенерации; схема и цикл ПТУ с регенерацией, оптимальное число отборов пара; тепловой и энергетический балансы ПТУ; основы теплофикации; теплофикационный цикл и три типа установок: с противодавлением, с ухудшенным вакуумом, с регулируемыми отборами пара.</i>					
Тема Машины для сжатия и расширения газа: <i>компрессор, основные процессы в одноступенчатом поршневом компрессоре; индикаторная диаграмма реального компрессора, влияние вредного пространства на величину конечного давления; многоступенчатое сжатие; цикл поршневого компрессора с многоступенчатым сжатием и промежуточным охлаждением воздуха; детандеры; основные процессы в детандере, работа и мощность детандера.</i>	Лекция	1	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)
Тема Циклы газотурбинных установок (ГТУ): <i>газотурбинные установки открытого и закрытого типов, их сравнительная оценка и схемы; идеальный цикл ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении ($p = const$); реальный цикл ГТУ, внутренний КПД реального цикла, оптимальная степень повышения</i>	Лекция	2	Традиционная, интерактивная (1 час)	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<p>давления;цикл ГТУ с изобарным подводом тепла и регенерацией;идеальный цикл ГТУ с изобарным подводом тепла и регенерацией;идеальный цикл ГТУ с изохорным ($v = const$) подводом тепла;схема и цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием, термический КПД цикла, оптимальное отношение давлений по ступеням;цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием и регенерацией;схема и цикл ГТУ с многоступенчатым подводом тепла и регенерацией, термодинамическинаивыгоднейшее и оптимальное давление вторичного подвода тепла, оптимальная степень расширения в ступенях турбины. Схема и цикл с многоступенчатым подводом тепла. Сравнение циклов ГТУ без регенерации. Сравнение циклов ГТУ при полной регенерации.</p>					
<p>Тема Комбинированные циклы теплоэнергетических установок: общие принципы комбинирования циклов;бинарные частично-бинарные и составные циклы;комбинированные парогазовые циклы: со смешением рабочих тел Хольцварта-Шюле; с высоконапорным парогенератором; со сбросом газов в топку котла; с подогревом питательной воды уходящими газами ГТ с ДВС и утилизационной ПГУ; высоко-температурные с охлаждением газовой турбиной;термодинамическая оптимизация циклов парогазовых установок (ПГУ); идеальный цикл ПГУ и пути его реализации;теоретический цикл ПГУ с многократным подводом тепла в газовой и паровой частях.</p>	Лекция	2	Традиционная	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<p>Тема Циклы холодильных установок и тепловых насосов: <i>общие принципы трансформации тепла, холодильные машины и тепловые насосы; обратный цикл Карно для холодильной установки, холодильный коэффициент; обратный цикл Карно для теплового насоса, тепловой коэффициент, схема теплового насоса; схема и цикл воздушной компрессорной холодильной установки; схема и цикл идеальной паровой компрессорной холодильной установки; схема и цикл паровой компрессорной холодильной установки с дросселем вместо детандера; паровые компрессорные тепловые насосы, схема отопительной теплонасосной установки; схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки; схема и принцип действия абсорбционного теплового насоса.</i></p>	Лекция	1	Традиционная	ОПК-2	З-3 (ОПК-2-5)
<p>Тема Циклы двигателей внутреннего сгорания: <i>циклы Отто, Дизеля и Тринклера.</i></p>	Практическое занятие	2	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	У-3 (ОПК-2-5) Н-3 (ОПК-2-5)
<p>Тема Циклы паротурбинных установок: <i>цикл Ренкина идеальный и реальный, влияние начальных и конечных параметров пара на КПД, регенерация, промперегрев.</i></p>	Практическое занятие	2	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	У-3 (ОПК-2-5) Н-3 (ОПК-2-5)
<p>Тема Машины для сжатия газа: <i>сжатие в одно- и многоступенчатом компрессоре, работа и мощность компрессора.</i></p>	Практическое занятие	2	Традиционная, интерактивная (0,5 часа)	ОПК-2	У-3 (ОПК-2-5) Н-3 (ОПК-2-5)
<p>Тема Циклы газотурбинных установок: <i>циклы Брайтона и Гемфри, определение работы, мощности и</i></p>	Практическое занятие	2	Традиционная, интерактивная	ОПК-2	У-3 (ОПК-2-5) Н-3 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<i>КПД установки.</i>					
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов)	151	Чтение основной и дополнительной литературы	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)	8	Просмотр теоретических материалов по теме предстоящего занятия	ОПК-2	3-3 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	20	Выполнение РГР, его оформление и подготовка к защите	ОПК-2	У-3 (ОПК-2-5) Н-3 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контрольной работы)	15	Выполнение контрольной работы, ее оформление и подготовка к защите	ОПК-2	У-3 (ОПК-2-5) Н-3 (ОПК-2-5)
	Промежуточная аттестация по дисциплине в 6 семестре		4	зачет с оценкой	ОПК-2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
					2-5) Н-3 (ОПК-2-5)
ИТОГО по разделу 2	Лекции	10	-	-	-
	Практические занятия	8	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	194	-	-	-
	Промежуточная аттестация	4	-	-	-
ИТОГО по дисциплине	Лекции	22	-	-	-
	Лабораторные работы	6	-	-	-
	Практические занятия	16	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	375	-	-	-
	Промежуточная аттестация	13	-	-	-
ИТОГО: общая трудоёмкость дисциплины 432 часа, в том числе с использованием активных методов обучения 11 часов					

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

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Техническая термодинамика», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка и оформление расчётно-графической работы; подготовка и оформление контрольной работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся ре-

комендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Расчет газового цикла. Методические указания к расчетно-графическому заданию / Сост. В.В. Смирнов, А.В. Смирнов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 12 с.
2. Тестовые вопросы для программированного контроля / Сост. В.В. Смирнов, Г.Д. Шекун. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2006. – 20 с.
3. Циклы тепловых машин: вопросы для программированного контроля / Сост. В.В. Смирнов, А.В. Смирнов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 24 с.
4. Методическая разработка для программированного контроля / Сост. Н.Г. Родионов, А.В. Смирнов, Г.Д. Шекун. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2006. – 17 с.
5. Определение показателя адиабаты. Методические указания к лабораторной работе / Сост. В.С. Виноградов. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 1996. – 7 с.
6. Изохорное нагревание воды и водяного пара. Методические указания к лабораторной работе / Сост. В.В. Смирнов. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 1996. – 12 с.
7. Определение изобарной теплоемкости воздуха. Методические указания к лабораторной работе / Сост. В.И. Шаломов, А.Я. Звиняцкий, А.В. Смирнов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 8 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблицах 4 и 5.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Правила оформления студенческих текстовых в РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» (https://knastu.ru/media/files/page_files/page_425/omk/rd/RD_013-2016_izm.1.pdf)

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 4-11 часа в неделю. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4–Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов в 5 семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Экзаменационная сессия				Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Подготовка к практическим занятиям																		2	2	2	2	16
Подготовка к лабораторным занятиям																		2	2	2		6
Изучение теоретических разделов дисциплины	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	2	2	2	2	124	
Подготовка, оформление и защита РГР								2	2	2	2	2	2	2	2	2					20	
Подготовка, оформление и защита контрольной работы	3	2	2	2	2	2	2														15	
ИТОГО в 5 семестре	8	8	9	6	6	6	4	181														

Таблица 5 –Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов в 6 семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Экзаменационная сессия				Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
Подготовка к практическим занятиям																	2	2	2	2	8	
Изучение теоретических разделов дисциплины	9	9	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	151	
Подготовка, оформление и защита РГР								2	2	2	2	2	2	2	2	2					20	
Подготовка, оформление и защита контрольной работы	2	2	3	2	2	2	2														15	
ИТОГО в 6 семестре	11	11	11	11	11	11	11	11	10	4	4	4	4	194								

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 6 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Общая техническая термодинамика	ОПК-2	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> - оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
	ОПК-2	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	ОПК-2	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ОПК-2	Лабораторные работы	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие отчета предъявляемым требованиям; - правильность и аккуратность написания отчета; - способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; - степень точности ответов на контрольные вопросы; - установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
	ОПК-2	Расчетно-графическая работа	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
	ОПК-2	Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Термодинамика циклов теплоэнергетических установок	ОПК-2	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> - оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
	ОПК-2	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	ОПК-2	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ОПК-2	Расчетно-графическая	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
		работа	мым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
	ОПК-2	Контрольная работа	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Все темы	ОПК-2	Вопросы экзамена	- глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 7).

Таблица 7 – Технологическая карта

5 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Опорный конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
2	Собеседование (2вопроса)	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов -при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
3	Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется

				<p>в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>20 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p>
4	Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>20 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
5	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные</p>

				результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.
6	Контрольная работа	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат..
7	Экзамен	На экзаменационной сессии	50 баллов	50 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 40 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 25 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
ИТОГО:		-	270 баллов	-

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине);

65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);

85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

6 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Опорный конспект	В течение	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил

	лекций	семестра		<p>конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта.</p> <p>24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта.</p> <p>18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта.</p> <p>12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта.</p> <p>0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.</p>
2	Собеседование (2вопроса)	В течение семестра	30 баллов	<p>30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов -при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</p>
3	Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>20 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p>
4	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения</p>

				правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.
5	Контрольная работа	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.
ИТОГО:		-	180 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

Задания для текущего контроля

Вопросы для собеседования

5 семестр

1. Термические параметры состояния (p , v , T).
2. Энергетические характеристики термодинамических систем: энергия, внутренняя энергия, работа, теплота, энтальпия, теплоемкость, энтропия.
3. Уравнение состояния идеальных газов в форме Клапейрона и Менделеева.
4. Первый закон термодинамики.
5. Диаграмма p - v . Графическое изображение работы.
6. Основные термодинамические процессы с идеальным газом в диаграмме p - v (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный).
7. Газовые смеси. Основные расчетные формулы газовых смесей.
8. Второй закон термодинамики. Основные формулировки.
9. Круговые процессы или циклы. Понятие о прямых и обратных циклах.
10. Понятие о термодинамическом цикле тепловых машин. Термический КПД цикла.
11. Идеальный цикл Карно. Термический КПД цикла Карно.

12. Определение изменения энтропии в термодинамических процессах.
13. Тепловая диаграмма. Основные свойства диаграммы T-s.
14. Обобщенный цикл Карно.
15. Реальные газы. Качественные особенности реальных газов.
16. Водяной пар. Основные понятия и определения.
17. Процесс парообразования. Диаграмма p-v для водяного пара.
18. Диаграмма i-s для воды и водяного пара.
19. Основные термодинамические процессы с водяным паром в диаграммах p-v, T-s, i-s.
20. Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха.
21. Истечение газов и паров.
22. Сопла и диффузоры.
23. Зависимость профиля канала от скорости при адиабатном истечении. Сопло Лаваля.
24. Дросселирование газов и паров.

6 семестр

1. Идеальные циклы. Цикл Карно. Термический КПД цикла. Обобщенный цикл Карно.
2. Идеальные циклы ДВС (Отто, Дизеля, Тринклера), основные параметры и характеристики цикла, термический КПД.
3. Сравнение идеальных циклов ДВС в диаграммах p-v, T-s.
4. Расчетные циклы ДВС.
5. Рабочие циклы ДВС. Индикаторные диаграммы четырехтактных и двухтактных ДВС без наддува и с наддувом.
6. Термодинамический цикл ДВС с изобарной турбиной.
7. Термодинамический цикл ДВС с «импульсной» турбиной.
8. Общее понятие о конденсационных и теплофикационных ПТУ.
9. Идеальный цикл ПТУ (цикл Ренкина), схема простейшей ПТУ. Термический КПД цикла.
10. Реальный цикл ПТУ. Внутренний КПД цикла. Относительный внутренний КПД.
11. Пути повышения эффективности циклов ПТУ.
12. Влияние начальных и конечных параметров пара на экономичность ПТУ.
13. Цикл и схема ПТУ с промежуточным перегревом пара. Термический КПД цикла.
14. Влияние давления и температуры промперегрева на термический КПД цикла.
15. Термодинамическая эффективность регенерации. Степень регенерации.
16. Предельная и оптимальная температуры регенерации.
17. Схема и цикл регенеративной ПТУ. КПД цикла. Оптимальное число отборов пара. Эффективность подогревателей питательной воды низкого, среднего и высокого давлений.
18. Основы теплофикации. Теплофикационный цикл и три типа установок: с противодействием, с ухудшенным вакуумом, с регулируемым отбором пара.
19. Схемы и принцип действия ГТУ открытого и закрытого типов, их сравнительный анализ.
20. Схемы и принципы работы ГТУ открытого типа с подводом теплоты при постоянном давлении и постоянном объеме.
21. Идеальный цикл ГТУ с подводом теплоты при $p = \text{const}$, характеристики цикла, термический КПД.
22. Реальный цикл ГТУ. Внутренний КПД реального цикла. Оптимальная степень повышения давления.
23. Схема и цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты и регенерацией. Термический КПД цикла. Степень регенерации.
24. Изотермический цикл ГТУ с регенерацией. Реальные пути приближения к изотермическому циклу.
25. Схема и цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты. Характеристики цикла. Термический КПД.

26. Схема и цикл ГТУ постоянного горения с многоступенчатым сжатием, промежуточным охлаждением воздуха и регенерацией. Термический КПД цикла. Оптимальное отношение давлений в каждой ступени.
27. Схема и цикл ГТУ постоянного горения с многоступенчатым подводом теплоты и регенерацией. Термический КПД цикла. Термодинамическинаивыгоднейшее и оптимальное давление вторичного подвода теплоты. Оптимальная степень расширения в ступенях расширения турбины.
28. Схема и цикл ГТУ постоянного горения с многоступенчатым сжатием и промежуточным охлаждением воздуха, с многоступенчатым подводом теплоты и регенерацией. Термический КПД цикла.
29. Сравнение циклов ГТУ без регенерации.
30. Сравнение циклов ГТУ при полной регенерации.
31. Сжатие газов. Устройства для сжатия газов (компрессоры, воздуходувки, вентиляторы).
32. Идеальный цикл одноцилиндрового поршневого компрессора. характеристики цикла. Зависимость работы компрессора от характера термодинамического процесса.
33. Многоступенчатое сжатие. Цикл поршневого компрессора с многоступенчатым сжатием и промежуточным охлаждением газа.
34. Комбинированные циклы теплоэнергетических установок. Цель комбинирования.
35. Общие принципы комбинирования циклов. Бинарные, частично бинарные и составные циклы. Бинарный цикл и схема комбинированной установки с верхней надстройкой. Составной цикл и схема составной установки.
36. Комбинированные парогазовые циклы. Схема и цикл парогазовой установки со смешением рабочих тел.
37. Схема и цикл парогазовой установки (ПГУ) Хольцварта-Шюле.
38. Схема и цикл ПГУ с высоконапорным парогенератором.
39. Схема и цикл ПГУ со сбросом газов в топку парового котла.
40. Схема и цикл ПГУ с подогревом питательной воды уходящими газами газовой турбины.
41. Схема и цикл ПГУ с ДВС и утилизационной ПТУ.
42. Схема и цикл высокотемпературной ПГУ с охлаждаемой газовой турбиной.
43. Термодинамическая оптимизация циклов ПГУ: идеальный цикл ПГУ и пути его реализации. Теоретический цикл ПГУ с многократным подводом теплоты в газовой и паровой частях.
44. Общие принципы трансформации теплоты. Холодильные машины и тепловые насосы.
45. Обратный цикл Карно для холодильной установки. Холодильный коэффициент.
46. Обратный цикл Карно для теплового насоса. Тепловой коэффициент схема теплового насоса.
47. Схема и цикл воздушной компрессорной холодильной установки. теоретический холодильный коэффициент цикла $K_{х1}$ и его соотношение с холодильным коэффициентом $K_{хк}$ цикла Карно. Зависимость необратимости цикла от ширины цикла.
48. Цикл и схема идеальной паровой компрессорной холодильной установки. Причины практической нецелесообразности этого цикла.
49. Схема и цикл паровой компрессорной холодильной установки с дросселем вместо дандера. Холодильный и тепловой коэффициенты.
50. Паровые компрессорные тепловые насосы. Схема отопительной теплонасосной установки.
51. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки. коэффициент преобразования энергии.
52. Схема и принцип действия абсорбционного теплового насоса.

Характеристика заданий для контрольных работ

Контрольная работа каждого семестра включает четыре теоретических вопроса, позволяющих глубже изучить тот или иной раздел термодинамики. Номера вопросов выбираются по номеру варианта из соответствующей таблицы. Ниже приведены вопросы для контрольных работ 5 и 6 семестра.

5 семестр

- 1) Почему нельзя представить необратимый процесс изменения состояния рабочего тела в координатах p и T .
- 2) Какие условия необходимо соблюдать, чтобы термодинамический процесс был обратимым? Что является причиной необратимости реальных термодинамических процессов?
- 3) Почему внутреннюю энергию, энтальпию и энтропию рабочего тела называют параметрами или функциями состояния, а теплоту и работу – функциями процесса?
- 4) В чем отличие записи уравнения первого закона термодинамики для цикла (кругового процесса) и для отдельного произвольного процесса изменения состояния рабочего тела?
- 5) Почему в диапазоне температур T_{\max} и T_{\min} не существует термодинамического цикла с термическим КПД больше, чем у цикла Карно?
- 6) В чем сущность второго закона термодинамики? Покажите его действие на примере любого известного вам теплового двигателя. В чем разница математической записи второго закона термодинамики для обратимого и необратимого процессов?
- 7) Характеристическое уравнение состояния идеального газа и на каких законах основаны выводы уравнений состояния в форме Клайперона и Менделеева.
- 8) Чем отличаются реальные газы от идеальных и что положено в основу вывода уравнения Ван-дер-Ваальса?
- 9) Покажите, что работа и теплота являются функциями процесса, а не состояния?
- 10) Напишите уравнение теплоемкости политропного процесса и покажите, что из данного уравнения можно получить теплоемкости при всех основных термодинамических процессах.
- 11) Покажите, что изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы являются частными случаями политропного процесса?
- 12) Как доказать, что в p - v - диаграмме адиабатный процесс расширения 1 кг идеального газа идет более круто, чем изотермический, считая, что начальное состояние газа в обоих случаях одинаково?
- 13) Что такое энтропия и по каким уравнениям вычисляется изменение энтропии в изохорном, изобарном, изотермическом, адиабатном и политропном процессах?
- 14) Доказать, что в необратимых процессах работоспособность тела уменьшается, а энтропия возрастает.
- 15) В каких политропных процессах и почему теплоемкость будет отрицательной?
- 16) Дайте определение прямых и обратных циклов. Какие машины работают по этим циклам.
- 17) Приведите определения следующих процессов и понятий: парообразование, конденсация, испарение, кипение, насыщенный пар, влажный и сухой насыщенный пар, перегретый пар.
- 18) Изобразите на диаграммах p , T и i изохорный и изотермический процессы превращения влажного насыщенного водяного пара в перегретый. Дайте краткие пояснения.
- 19) Как с помощью формул и таблиц воды и водяного пара по заданной величине температуры и степени сухости пара определить давление, удельные объем, энтальпию,

энтропию и внутреннюю энергию влажного насыщенного пара? Назовите входящие в формулы величины и в каких единицах они выражаются?

20) Изобразите на диаграммах $p-v$, T_s и $i-s$ обратимый адиабатный процесс расширения перегретого водяного пара до состояния влажного насыщенного пара. Дайте необходимые пояснения.

21) Изобразите на диаграммах $p-v$, T_s и $i-s$ изобарный процесс превращения влажного насыщенного водяного пара в перегретый и обратимый адиабатный процесс сжатия влажного насыщенного пара до состояния перегретого пара. Дайте необходимые пояснения.

22) Изобразите диаграммы $p-v$ и T_s для водяного пара и объясните характерные области, линии и точки, нанесенные на них. Что называется удельной теплотой парообразования? Может ли теплота парообразования равняться нулю?

23) Что такое влажный воздух? Какой влажный воздух называется насыщенным и какой ненасыщенным? Чему равны при этих состояниях влажного воздуха парциальное давление и температура пара?

24) Что называется абсолютной и относительной влажностью воздуха? Какую температуру называют температурой точки росы? Что такое влагосодержание воздуха и как оно определяется?

25) Что такое диффузор и какой профиль он должен иметь при различных скоростях входа газа?

26) Что такое сопло и какой профиль оно должно иметь при различных скоростях входа газа?

27) Для чего применяется сопло Лавала? Изобразите схематически это сопло. Как меняются вдоль сопла давление и скорость газа?

28) Изобразите тепловой процесс в сопле Лавала в $i-s$ - диаграмме. Приведите уравнения для определения теоретической и действительной скоростей истечения.

29) Как определяются площади минимального и выходного сечений, а также длина сопла Лавала?

30) Дайте объяснение графической зависимости массового расхода газа от отношения давлений на выходе и входе в суживающихся соплах.

31) Критическая скорость и максимальный расход газов. Условия их достижения при истечении в каналах.

32) Истечение водяного пара и его особенности.

6 семестр

1) Как определяется термический КПД идеального цикла поршневых двигателей внутреннего сгорания с изохорным и изобарным подводами теплоты? Какой из этих КПД при одинаковых максимальных и минимальных температурах в циклах больше и почему?

2) Чем вызвано создание поршневых двигателей внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты? Изобразите идеальный цикл такого двигателя в диаграммах $P-v$ и $T-S$. Напишите формулу для определения термического КПД этого цикла. Дайте краткие пояснения.

3) По какому признаку разделяются идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания. Приведите их в диаграммах и назовите процессы, протекающие в двигателях с точки зрения их физической и термодинамической сущности. Назовите основные конструктивные размеры двигателя и безразмерные параметры цикла.

4) Сравните идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания при одинаковых степенях сжатия и начальных параметрах, пользуясь методом сравнения площадей и методом среднеинтегральных температур, а также диаграммами состояний $P-v$ и $T-S$.

5) В чем принципиальная разница осуществления рабочего процесса в дизелях и карбюраторных двигателях и почему карбюраторные двигатели оказываются менее экономичными в работе, чем дизели?

6) Чем различаются идеальные, расчетные и рабочие циклы двигателей внутреннего сгорания и для чего они используются?

7) Изобразите индикаторные диаграммы двухтактного и четырехтактного двигателя без наддува, назовите каждый такт. Объясните, как происходит смена рабочего тела в двухтактных и четырехтактных двигателях.

8) Дайте описание идеального цикла ДВС с подводом теплоты при $p = \text{const}$, выведите формулу термического КПД, изобразите цикл на T-S диаграмме и дайте анализ КПД цикла.

9) Приведите принципиальную схему паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина, и изобразите цикл работы в координатах P-v и T-S; назовите процессы цикла с точки зрения термодинамики и физической сущности.

10) Для чего в паросиловой установке, работающей по циклу Ренкина, применяется вторичный перегрев пара? Изобразите цикл такой установки в диаграммах T-S и i-S. Дайте краткие пояснения.

11) Как влияют в цикле Ренкина начальные (на входе в турбину) и конечные (в конденсаторе) параметры пара на величину термического КПД цикла? Для объяснения используйте схемы, изображенные в диаграммах T-S и i-S.

12) Как определить термический КПД и удельный расход пара в цикле Ренкина? Чем отличается цикл Ренкина от цикла Карно?

13) Опишите регенеративный цикл паротурбинной установки. Чем определяется термодинамическая эффективность регенерации.

14) Как изменится цикл Ренкина с учетом потерь от необратимости в процессах расширения в турбине и сжатия в питательном насосе? Покажите эти изменения в диаграмме T-S, дайте необходимые пояснения и укажите каким КПД учитываются эти потери.

15) Что называется теплофикацией? В чем её преимущества перед отдельной выработкой тепловой и электрической энергии? Каким параметром оценивают экономичность теплоэлектроцентрали?

16) Изобразите принципиальные схемы турбоустановок: с противодавлением, с ухудшенным вакуумом, с регулируемым отбором пара. Дайте их сравнительную оценку с указанием их положительных и отрицательных качеств.

17) Приведите схемы ГТУ открытого и закрытого типа, назовите их элементы и укажите положительные и отрицательные качества этих установок.

18) Изобразите схему газотурбинной установки с изобарным подводом теплоты и её цикл в координатах P-v и T-S. Дайте краткие пояснения. Назовите основные методы повышения термического КПД газотурбинной установки.

19) Изобразите схему и цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты в координатах P-v и T-S. Назовите процессы цикла с точки зрения термодинамики и физической сущности. Укажите параметры, определяющие величину термического КПД цикла.

20) Представьте в координатах T-S цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты и идеальной регенерацией. Объясните в чем суть регенерации и покажите за счет чего расчет термический КПД регенеративного цикла, приведите формулу термического КПД цикла.

21) Изобразите в координатах P-v и T-S идеальный цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием и многократным подводом теплоты и регенерацией. Назовите процессы цикла с точки зрения их термодинамической и физической сущности. Укажите к какому циклу стремятся, применяя многоступенчатое сжатие и многократный подвод тепла и почему?

22) Как трансформируется в T-S координатах цикл ГТУ с учетом потерь от необратимости в процессах расширения и сжатия. Как учитываются эти потери? Как влияет на работу и термический КПД цикла степень повышения давления воздуха в компрессоре в условиях необратимости?

- 23) Какие методы можно использовать для повышения КПД ГТУ? Опишите их.
- 24) Дайте сравнительную оценку циклов ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты и регенерацией при одинаковой степени повышения давления и одинаковой температурой газа на входе в турбину. Представьте сравнение циклов в T-S координатах.
- 25) С какой целью производится комбинирование циклов тепловых двигателей. Какие тепловые двигатели используют для создания комбинированных установок. В чем принципиальное различие бинарных и составных циклов с точки зрения повышения термического КПД комбинированного цикла.
- 26) Какую форму должны иметь газовая и паровая части парогазовой установки при условии максимального приближения к циклу Карно? Поясните это с помощью диаграммы T-S и укажите пути достижения таких форм газовой и паровой частей комбинированного цикла.
- 27) Приведите принципиальную схему парогазовой установки с высоконапорным парогенератором и её цикл в диаграмме T-S. Объясните – за счет чего достигается повышение экономичности в такой установке?
- 28) По какому циклу работают холодильные машины и тепловые насосы? В чем их сходство и отличие? Какие характеристики используются для оценки совершенства (эффективности) холодильных машин и тепловых насосов.
- 29) Опишите идеальный цикл теплового насоса и представьте его принципиальную схему. Какие преимущества имеет тепловой насос по сравнению с непосредственным использованием электроэнергии для отопления?
- 30) Изобразите цикл воздушной холодильной установки в T-S диаграмме, назовите его процессы с точки зрения термодинамики и физической сущности, укажите его недостатки и причины малой термодинамической эффективности.
- 31) Представьте принципиальную схему и опишите идеальный цикл паровой компрессорной холодильной установки.
- 32) На каком принципе основана работа абсорбционной холодильной установки, за счет какой энергии достигается холодильный эффект? Дайте сравнительную оценку абсорбционных и паровых холодильных установок.

Характеристика заданий для РГР

В качестве задания для РГР в каждом семестре выступают задачи по ключевым разделам курса. В решение задачи входит как расчетная, так и графическая части. Номера задач выбираются по номеру варианта из соответствующей таблицы. Ниже приведены примеры задач для РГР.

5 семестр

Задача 3. Роторный компрессор всасывает в одну минуту 0,8 м воздуха при давлении 0,98 бар и температуре 12 °С и подает его в резервуар емкостью 15 м³, поднимая давление в нем до 5 кгс/см по манометру, причем температура воздуха в резервуаре повышается с 12 до 43 °С. Определить количество поданного в резервуар воздуха, время работы компрессора и его часовую производительность в кубических метрах при нормальных физических условиях; до начала работы воздух в резервуаре имел параметры, одинаковые с параметрами наружного воздуха.

Задача 12. Начальное состояние 1 кг воздуха задано параметрами $p_1 = 10$ МПа и $t_1 = 147$ °С. Воздух сначала расширяется изотермически до давления $p_2 = 1,0$ МПа, а затем сжимается изобарно до удельного объема $v_3 = 0,07$ м³/кг. Определить суммарные количества теплоты, работы и изменения внутренней энергии воздуха, имевшие место при совершении процессов 1-2 и 2-3. Изобразить графически процессы в диаграммах $p-v$ и $T-s$.

Задача 19. Из парового котла влажный насыщенный водяной пар с начальными параметрами $p_1 = 1,5$ МПа и $x_1 = 0,98$ поступает в пароперегреватель, после которого температура пара возрастает до $t_2 = 375$ °С (процесс перегрева пара происходит при постоян-

ном давлении). Определить удельную теплоту, затраченную на перегрев в пароперегревателе, изменение удельной энтальпии и удельный объем пара в начальном и конечном состояниях. Изобразите тепловой процесс в *i-s*- диаграмме.

Задача 27. К соплам одноступенчатой активной турбины поступает перегретый водяной пар с давлением 3,0 МПа. В соплах пар изоэнтропно (адиабатно) расширяется до давления 0,5 МПа. Определить параметры пара до и после истечения, а также абсолютную скорость истечения пара. Представить тепловой процесс пара в *i-s*- диаграмме.

6 семестр

Задание 1. Для идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме определить параметры (*p, v, T*) в характерных точках, количество подведенной и отведенной теплоты, термический КПД, а также полезную работу в цикле, если 1 кг воздуха в начале адиабатного сжатия имеет следующие параметры: $p_1=0,1$ МПа и $t_1=20$ °С, степень сжатия $\varepsilon=7$, степень повышения давления $\lambda=1,7$. Изобразить цикл в *p-v* и *T-s* диаграммах.

Задание 2. Поршневой компрессор всасывает 325 м³/ч воздуха при $p_1=1$ бар и $t_1=21$ °С и сжимает его до 6 бар. Какое количество воды нужно пропускать через рубашку компрессора в час, если сжатие происходит политропно с показателем $n=1,2$ и температура воды повышается на 15 °С? Изобразить цикл компрессора в диаграмме *p-v*.

Задание 3. Паросиловые установки работают по циклу Ренкина при одинаковых начальных и конечных давлениях $p_1=3$ МПа и $p_2=5$ кПа соответственно. Сравнить термические КПД идеальных циклов, если в одном случае рабочее тело – влажный пар со степенью сухости $x_1=0,85$, в другом – сухой насыщенный пар и в третьем – перегретый пар с температурой $t_1=380$ °С. Изобразить тепловые процессы идеальных циклов в *i-s* диаграмме.

Задание 4. Для идеального цикла газотурбинной установки с подводом теплоты при $p=\text{const}$ определить основные параметры (*p, v, T*) в характерных точках, термический КПД, полезную работу, а также количество подведенной и отведенной теплоты, если температура и давление рабочего тела (воздуха) в начале адиабатного сжатия равны $t_1=40$ °С и $p_1=0,085$ МПа, а температура рабочего тела в конце расширения $t_2=180$ °С, степень повышения давления $\beta=4$, степень предварительного расширения $\rho=2,1$. Представить цикл в *p-v* и *T-s* диаграммах.

Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

5 семестр

1. Предмет технической термодинамики.
2. Основные понятия и определения.
3. Термические параметры состояния (*p, v, T*).
4. Энергетические характеристики термодинамических систем: энергия, внутренняя энергия, работа, теплота, энтальпия, теплоемкость, энтропия.
5. Идеальные газы, их особенности и значение в технической термодинамике.
6. Уравнение состояния идеальных газов в форме Клапейрона и Менделеева.
7. Газовая постоянная и универсальная газовая постоянная, физический смысл газовой постоянной.
8. Эквивалентность теплоты и работы.
9. Первый закон термодинамики.
10. Диаграмма *p-v*. Графическое изображение работы.
11. Круговые процессы или циклы. Понятие о прямых и обратных циклах.
12. Энтальпия.
13. Общий порядок исследования термодинамических процессов.
14. Основные термодинамические процессы с идеальным газом в диаграмме *p-v* (изохор-

- ный, изобарный, изотермический, адиабатный).
15. Политропные процессы. Исследование политропных процессов.
 16. Теплоемкость идеального газа. Виды теплоемкостей. Связь между удельной массовой, объемной и мольной теплоемкостями.
 17. Теплоемкость газов – изохорная и изобарная. Формула Майера.
 18. Теплоемкость как функция температуры.
 19. Газовые смеси. Основные расчетные формулы газовых смесей.
 20. Теплоемкость газовых смесей, заданных объемными и массовыми долями.
 21. Второй закон термодинамики. Основные формулировки.
 22. Понятие о термодинамическом цикле тепловых машин. Термический КПД цикла.
 23. Идеальный цикл Карно. Термический КПД цикла Карно.
 24. Энтропия физических тел. Основные свойства энтропии.
 25. Определение изменения энтропии в термодинамических процессах.
 26. Необратимые циклы и процессы.
 27. Закон возрастания энтропии. Оценка потери работоспособности системы.
 28. Тепловая диаграмма. Основные свойства диаграммы T-s.
 29. Основные термодинамические процессы с идеальным газом в тепловой диаграмме.
 30. Цикл Карно в диаграмме T-s.
 31. Обобщенный цикл Карно.
 32. Реальные газы. Качественные особенности реальных газов.
 33. Уравнение состояния реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
 34. Водяной пар. Основные понятия и определения.
 35. Процесс парообразования. Диаграмма p-v для водяного пара.
 36. Теплота, энтальпия и энтропия жидкости.
 37. Теплота парообразования. Энтальпия и энтропия насыщенного пара. Диаграмма T-s для воды и водяного пара.
 38. Перегретый пар. Энтальпия и энтропия перегретого пара.
 39. Диаграмма i-s для воды и водяного пара.
 40. Основные термодинамические процессы с водяным паром в диаграммах p-v, T-s, i-s.
 41. Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха.
 42. Диаграмма i-d влажного воздуха.
 43. Истечение газов и паров. Основные допущения при термодинамическом исследовании потока газа или пара. Уравнение неразрывности струи. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа.
 44. Сопла и диффузоры.
 45. Адиабатное истечение без потерь через суживающие сопла. Скорость и расход газа. Критическая скорость и максимальный расход газов. Условия их достижения при истечении в каналах.
 46. Зависимость профиля канала от скорости при адиабатном истечении. Сопло Лавалья.
 47. Определение скорости истечения водяного пара по i-s диаграмме.
 48. Истечение с учетом сопротивлений, действительная скорость истечения.
 49. Тепловой процесс в сопле Лавалья, его изображение в i-s диаграмме. Уравнения для определения теоретической и действительной скоростей истечения.
 50. Определение площади минимального и выходного сечения, длины сопла Лавалья.
 51. Дросселирование газов и паров.
 52. Дросселирование или мятие водяного пара.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Космынин А.В., Виноградов В.С. Теплотехника. Учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2003. – 114 с.
2. Техническая термодинамика и теплопередача в примерах и задачах / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, А.Ю. Попов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2006.– 333 с.
3. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача.– М.: Высшая школа, 1988.– 479 с.
4. Теплотехника. Учебник для студентов вузов / Под общ. ред. В.И.Крутова.– М.: Машиностроение, 1986.– 432 с.
5. Ларионов Н.Н. Теплотехника. Учебник для втузов.– М.: Стройиздат, 1985.– 432 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача.- М.: Высшая школа, 1991.– 480 с.
2. Теплотехника: Учебник для втузов / Под общ. ред. А.П. Баскакова.– М.: Энергоиздат, 1982.– 263 с.
3. Зубарев В.Н. и др. Практикум по технической термодинамике. Учебное пособие для втузов.– М.: Энергоатомиздат, 1986.– 304 с.
4. Андриященко А.И. Основы технической термодинамики реальных процессов.- М.: Высшая школа, 1967.
5. Вукалович М.Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара.- М.: Энергия, 1980.- 424 с.
6. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебное пособие для втузов.– М.: Высшая школа, 1980.
7. Андриященко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок.- М.: Высшая школа, 1968.
8. Болгарский А.В. и др. Сборник задач по термодинамике и теплопередаче.- М.: Высшая школа, 1972.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://knastu.ru/page/538>, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, <http://znanium.com>.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины предусмотрены все виды учебных занятий (лекции, практические и лабораторные занятия) и самостоятельные виды работ.

На лекциях необходимо составлять конспект, а предварительно повторить предыдущие темы.

На практических занятиях необходимо использовать лекционные записи, справочные материалы.

На лабораторных занятиях необходимо тщательно готовиться к проведению рабо-

ты, а также своевременно и внимательно обрабатывать результаты эксперимента.

При выполнении контрольных и расчетно-графических работ необходимо использовать лекционные материалы, справочники. Особенно важно посещать консультации преподавателя, где рассматриваются проблемные вопросы.

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

В процессе изучения дисциплины могут использоваться следующие программные продукты: MicrosoftOffice (для оформления лабораторных и самостоятельных видов работ), SMath (для проведения расчетов).

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://knastu.ru/students>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

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

Для реализации программы дисциплины «Техническая термодинамика» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
	Учебный кабинет	Проектор	Представление лекционного материала
128/2	Лаборатория теплотехники	Лабораторные стенды	Проведение лабораторных работ
131/2	Лаборатория тепловых энергетических установок	Лабораторные стенды	Проведение лабораторных работ

