

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Давидович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.06.2026 16:10:38

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОФИЗИКА»

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность

Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Магистр

Год начала подготовки – 2026

Грозный – 2026

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Техническая термодинамика и теплофизика» является освоение основных законов технической термодинамики и теплопередачи. Изучение методов получения, преобразования, передачи и использования теплоты. Циклов двигателей и теплоэнергетических установок.

При изложении дисциплины изучаются фундаментальные законы технической термодинамики, являющиеся основой функционирования тепловых машин, аппаратов и их эффективности, рассматриваются рабочие процессы, протекающих в тепловых машинах, исследуются свойства рабочих тел и теплоносителей.

Освоение основных законов тепломассообмена и теплотехники, методов получения, преобразования, передачи и использования теплоты, принципов действия и конструктивных особенностей тепло- и парогенераторов, трансформаторов теплоты, холодильников и холодильных машин, теплообменных аппаратов и устройств, тепломассообменных процессов происходящих в различного рода тепловых установках и отдельных химических реакторах.

Задачей изучения дисциплины является приобретение навыков анализа термодинамических систем, выработка практических навыков определения термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, значения термодинамических характеристик процессов с одно- и 2-х фазными рабочими телами и теплоносителями. Выбор законов и закономерностей для расчета и анализа процессов в теплоэнергетических установках, методов оценки тепловой эффективности циклов ТЭУ, определение, расчет процессов в ТЭУ и показателей тепловой экономичности ТЭУ.

Подготовка высококвалифицированного технолога, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования. Освоение методов теплового конструктивного, поверочного, гидравлического, и прочностного расчетов и выбора тепломассообменного оборудования. проведение анализа процессов, протекающих при передаче теплоты и массы в аппаратах и выбирать наиболее эффективные режимы их работы.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплофизика» относится к обязательной части в учебном плане направления 13.04.01 магистратуры «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения во 2 семестре. Для изучения курса требуется знание: физики, математики, химии, начертательной геометрии.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов: Теплообменные процессы энергетики, методы расчета, Механика жидкости и газа, Парогазовые энергоустановки, Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования, Техническое регулирование, метрология, квалиметрия и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Профессиональные		
ПК-1. способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях	ПК-1.1. Способен организовывать планирование научно-технического эксперимента и научно-исследовательской работы по поручению руководства. ПК-1.2. Вырабатывает методы экспериментальной работы, может осуществлять патентный поиск информации, качественно обрабатывать, интерпретировать и представлять результаты научных исследований или новейших достижений науки.	знать: – основные принципы и способы трансформации энергии; – ограничения, связанные с трансформацией энергии, первый и второй законы термодинамики; – основные термодинамические диаграммы, их свойства, термодинамические процессы и их характеристики; – методы анализа термодинамических циклов, методы повышения эффективности технических теплоэнергетических установок. – условия однозначности или краевые условия теплопроводности; особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел, определять контактное термическое сопротивление. – основы процесса теплообмена излучением, виды лучистых потоков, тепловой баланс лучистого теплообмена, основные законы при теплообмене излучением; уметь: – использовать основные законы термодинамики при решении технических задач; – пользоваться аналитическим методом расчета газовых циклов и рассчитывать их характеристики; – пользоваться методом расчета диаграмм пароводяных циклов и циклов холодильных установок и рассчитывать их характеристики;
ПК-2 способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	ПК-2.1. Анализирует информацию по новейшим в мировом масштабе разработкам технологий, применяемых на данном предприятии, и предлагает готовые решения по их внедрению; ПК-2.2. Вырабатывает план мероприятий и последовательность проведения операций по совершенствованию технологических решений и последовательное внедрение их в производственный процесс; ПК-2.3. Использует современные нормативные методы определения работоспособности оборудования, на основе грамотной работы с технологической документацией, техническими регламентами и паспортами своевременно сообщает руководству о необходимости проведения его ремонта и модернизации.	

		– рассчитывать теплопередачу через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки; – определять тип и основные характеристики теплоизоляции, осуществлять выбор эффективной тепловой изоляции по её критическому диаметру. владеть: – способами интенсификации теплопередачи, интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности; – методами анализа размерностей теории подобия, пользоваться критериальными уравнениями; – методами расчета теплоотдачи в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых трубах; – классификацией теплообменных аппаратов (ТА), уравнения теплового баланса и теплопередачи ТА. – методиками теплового, конструктивного расчета, виды расчетов ТА (тепловой, конструктивный, гидравлический, прочностной).
--	--	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего часов/зач.ед.		Семестр	
				2	2
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)		54/1,5		54/1,5	
В том числе:					
Лекции		18/0,5		18/0,5	
Практические занятия		18/0,5		18/0,5	
Лабораторные работы		18/0,5		18/0,5	
Самостоятельная работа (всего)		36/1,0		36/1,0	
В том числе:					
Курсовой проект		9/0,25		9/0,25	
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты					
Доклады					
Презентации					
И (или) другие виды самостоятельной работы					
Подготовка к лабораторным работам		9/0,25		9/0,25	
Подготовка к практическим занятиям		9/0,25		9/0,25	
Подготовка к зачету					
Подготовка к экзамену		9/0,25		9/0,25	
Контроль		18		18	
Вид отчётности		экзамен.		экзамен.	
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	108	108	108	108
	ВСЕГО в зачетных единицах	3	3	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Термодинамические параметры и уравнение состояния	2		2		2		6	
2	Первый и второй и третий законы термодинамики	2		2		2		6	
3	Термодинамические процессы. Свойства водяного пара.	2		2		2		6	
4	Циклы тепловых двигателей и газотурбинных установок	2		2		2		6	
5	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопередача.	2		2		2		6	
6	Интенсификация теплопередачи, сложный теплообмен	2		2		2		6	
7	Теория подобия. Теплоотдача	2		2		2		6	
8	Теплообмен излучением.	2		2		2		6	
9	Классификация теплообменного оборудования. Теплоносители.	2		2		2		6	
ИТОГО:		18		18		18		54	

5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Термодинамические параметры и уравнение состояния	Значение теплоэнергетики в народном хозяйстве и ее роль в решении задач развития общества. Основные направления развития энергетики. Понятие рабочего тела. Величины, определяющие состояние газов их основные параметры. Понятие о нормальных физических условиях. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Процессы обратимые и необратимые. Равновесные и неравновесные процессы. Релаксация. Понятие идеального и реального газов с точки зрения МКТ. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основные газовые законы. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Газовые смеси. Закон Дальтона. Задание состава смеси массовыми и объемными долями.
2	Первый и второй и третий законы термодинамики	Теплота и теплоемкость газов. Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объеме и постоянном давлении. Зависимости теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость газовых смесей. Первый закон термодинамики. Теплота. Внутренняя энергия. Работа. Энтальпия. Энтропия. PV- и TS-диаграммы. Второй и третий законы термодинамики Изменение состояния газов. Круговые процессы и циклы. Термический КПД. Цикл Карно теплового двигателя.
3	Термодинамические процессы. Свойства водяного пара.	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы. Общие методы исследования. Термодинамические процессы реальных газов. Свойства водяного пара.
4	Циклы тепловых двигателей и газотурбинных установок	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Степень сжатия ДВС. Цикл и индикаторная диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме. Термический КПД цикла ДВС . Изменение КПД ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС. Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ). Процессы происходящие в газовой турбине. Полезная работа. Степень повышения давления в компрессоре. Коэффициент полезного действия идеального цикла ГТУ. Максимальная температура газов перед турбиной. Циклы газотурбинных установок. (ГТУ). Принципиальная схема и цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. ГТУ с замкнутым и разомкнутым процессами. КПД идеальной ГТУ. Методы повышения тепловой экономичности ГТУ. Циклы ГТУ с регенерацией. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и многоступенчатым подводом теплоты в ГТУ.

	2	3
5	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопередача.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности или краевые условия теплопроводности. Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
6	Интенсификация теплопередачи, теплообмен сложный	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопроводность цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
7	Теория подобия. Теплоотдача	Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля. Условия подобия физических процессов. Метод размерностей. Моделирование процессов конвективного теплообмена. Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы, в ограниченном пространстве. в пространстве горизонтальных и вертикальных щелей. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Коэффициенты теплоотдачи. Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.

	2	3
8	Теплообмен излучением.	Основы процесса теплообмена излучением. Виды лучистых потоков. Вектор излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Планка. Закон Релея–Джинса. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения. Закон косинусов Ламберта. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения. Радиационный метод. Метод регулярного теплового режима. Метод нагревания с постоянной скоростью.
9	Классификация теплообменного оборудования. Теплоносители.	Классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямого и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов. Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла, кремнийорганические соединения и неорганические соли, жидкометаллические теплоносители, хладагенты.

5.3 Лабораторные занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Термодинамические параметры и уравнение состояния	Лаб раб №1 Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач
2		Лаб раб №2 Определение параметров влажного воздуха
3		Лаб раб №3 Исследование процесса истечения из суживающегося сопла
4	Нестационарные процессы теплопроводности, контактный и конвективный теплообмен	Лаб раб №4 Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)
5		Лаб раб №5 Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)
6		Лаб раб №6 Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе

7	Рекуперативные и Регенеративные теплообменные аппараты и установки, методы расчета	Лаб раб №7 Теплопередача при конвекции и обдуве стержня; Теплопередача при конвекции и обдуве радиатора; Теплопередача при конвекции и обдуве шара; Теплопередача при конвекции и обдуве пластины.
8		Лаб раб №8 Исследование трубчатого теплообменника. Лаб раб №9 Исследование пластинчатого теплообменника

5.4 Практические (семинарские) занятия

Таблица 7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Циклы тепловых двигателей и установок	Круговые процессы и циклы. Термический КПД. Цикл Карно теплового двигателя. Циклы (ДВС). Циклы газотурбинных установок. (ГТУ). Схема и принцип работы абсорбционной холодильной установки.
2	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопередача.	Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки
3	Интенсификация теплопередачи, сложный теплообмен	Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины.
4	Нестационарные процессы теплопроводности, контактный и конвективный теплообмен	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
5	Теория подобия. Теплоотдача	Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля. Условия подобия физических процессов.
6	Теплообмен при: конденсации чистого пара; при пленочной конденсации неподвижного пара.	Термическое сопротивление передачи теплоты. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
7	Теплообмен излучением.	Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела.

8	Классификация теплообменного оборудования. Теплоносители.	Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямого и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.
9	Рекуперативные и Регенеративные теплообменные аппараты и установки, методы расчета	Определение конструктивных размеров: диаметр змеевика, диаметр трубы змеевика, шаг между витками, число витков змеевика, высота змеевика. Поверочный расчет ТА: теплопередача без изменения и с изменением агрегатного состояния

6. Самостоятельная работа магистрантов по дисциплине

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 8

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Понятие о нормальных физических условиях. Теплота и работа как формы передачи энергии.
2	Газовые смеси. Закон Дальтона. Задание состава смеси массовыми и объемными долями
3	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении. Зависимости теплоёмкости от температуры.
4	Изменение энтропии тел, участвующих в реальных процессах.. Энтропия изолированной системы и ее изменение при протекании в ней обратимых и необратимых процессов PV- и TS- диаграммы.
5	Термодинамические процессы реальных газов. Свойства водяного пара
6	Водяной пар. Пары, основные определения. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах.
7	Основные свойства водяного пара. Основные характеристики влажного воздуха. Влажосодержание, абсолютная и относительная влажность. H-d диаграмма влажного воздуха.
8	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Теплообменный аппарат. Тепловой двигатель. Компрессор. Процессы сжатия в идеальном компрессоре.
9	Понятие Сопла и диффузора и их устройство. Сопло Лаваля. Сопло Лаваля (сверхзвуковое). Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Скорость истечения. Скорость звука.
10	Понятие дросселирование. Дросселирование газов и паров Истечение и дросселирование газов и паров.
11	Понятие Эксергии. Работоспособность (или эксергия) теплоты. Термодинамика потока. Циклы теплосиловых установок.
12	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
13	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
14	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
15	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения. Теплоотдача в изогнутых

	трубах.
16	Основы процесса теплообмена излучением. Виды лучистых потоков. Вектор излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена
17	Центральные и местные системы отопления. Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления. Достоинства и недостатки систем отопления.
18	Элементы оборудования центральных отопительных систем (нагревательные приборы, расширительные сосуды и др.).
19	Системы вентиляции промышленных зданий и помещений. Классификация систем вентиляции. Влияние вредных выделений на физиологию и самочувствие персонала и на технологию.
20	Пластинчатые теплообменники разборного типа. Определение конструктивных размеров (площадь сечения канала, число каналов, площадь поверхности теплообмена одной пластины с промежуточными листами и без, суммарная длина каналов в одной пластине). Змеевиковые теплообменники.
21	Установки центрального кондиционирования воздуха. Принцип действия, классификация, область применения систем кондиционирования воздуха.
22	Нормы санитарного состояния воздушной среды промышленных, общественных и жилых помещений.
23	Классификация теплообменных аппаратов . Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор. Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные).

6.2 Темы рефератов

Таблица 10

1.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей
2.	Дифференциальное уравнение теплопроводности
3.	Условия однозначности или краевые условия теплопроводности. Теплопроводность при стационарных условиях
4.	Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода
5.	Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление
6.	Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода
7.	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку
8.	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку
9.	Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки
10.	Передача теплоты через шаровую стенку. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках
11.	Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку
12.	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи
13.	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности
14.	Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.

	Дифференциальное уравнение и его решение
15.	Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи
16.	Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра
17.	Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины
18.	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру
19.	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности
20.	Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения
21.	Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения
22.	Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел
23.	Приближенные методы решения задач теплопроводности. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий
24.	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности
25.	Контактный теплообмен. Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи
26.	Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа - уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости. Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности
27.	Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания. Уравнение теплоотдачи
28.	Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения
29.	Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия
30.	Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля
31.	Условия подобия физических процессов. Метод размерностей. Моделирование процессов конвективного теплообмена
32.	Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости
33.	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы, в ограниченном пространстве
34.	Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Коэффициенты теплоотдачи
35.	Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров
36.	Тепловой поток. Плотность теплового потока. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое
37.	Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное
38.	Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме
39.	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения. Теплоотдача в изогнутых трубах
40.	Теплоотдача в шероховатых трубах Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.
41.	Теплообмен при конденсации чистого пара.

	Виды конденсации
42.	Термическое сопротивление передачи теплоты. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения
43.	Тепловой поток при конденсации пара. Конденсация движущегося и неподвижного пара
44.	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара
45.	Турбулентное течение пленки на вертикальной стенке. Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб
46.	Ламинарное течение пленки конденсата. Теплообмен при капельной конденсации пара. Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
47.	Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения
48.	Закон косинусов Ламберта. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде
49.	Излучательная способность твердых тел и методы ее определения. Радиационный метод. Метод регулярного теплового режима. Метод нагревания с постоянной скоростью
50.	Основы расчета теплообмена излучением между излучающей и поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств
51.	Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения
52.	Формула Поляка. Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения
53.	Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела
54.	Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела
55.	Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой
56.	Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения
57.	Теоретические основы современных зональных методов расчёта теплообмена излучением. Интегральные уравнения излучения
58.	Приближенный расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе тел, разделенных излучающе-поглощающей средой (серое приближение)
59.	Расчёт теплообмена в системе типа «газ в оболочке»
60.	Закон Бугера. Определение поглощательной способности и степени черноты среды (продуктов сгорания)
61.	Понятие о методах расчёта сложного теплообмена (радиационно-кондуктивного и радиационно-конвективного).
62.	Дополнительный расход теплоты на нагрев наружного воздуха связанного с инфильтрацией, с поступлением охлажденных материалов и транспорта
63.	Тепловыделения в производственных, жилых, общественных и административно-бытовых помещениях
64.	Тепло, поступающее с солнечной радиацией. Тепловой баланс для холодного и теплого периодов. Выделения влаги в помещениях. Влажностный баланс помещений
65.	Центральные и местные системы отопления. Классификация, технико-экономические показатели центральных и местных систем отопления. Достоинства и недостатки систем отопления.
66.	Гравитационные и насосные системы водяного отопления. Расчет водяных систем отопления
67.	Паровые системы отопления высокого и низкого давления и их расчет
68.	Воздушные системы отопления и их расчет. Элементы оборудования центральных отопительных систем (нагревательные приборы, расширительные сосуды и др.)

69.	Расчет и подбор современных отопительных приборов
70.	Возможности использования солнечной энергии, других возобновляемых источников для отопления индивидуальных зданий
71.	Системы вентиляции промышленных зданий и помещений. Классификация систем вентиляции
72.	Влияние вредных выделений на физиологию и самочувствие персонала и на технологию
73.	Методы борьбы с вредными выделениями. Нормы и расчет необходимого воздухообмена в производственных и служебных помещениях
74.	Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор.
45.	Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители.
76.	Теплообменные аппараты “труба в трубе” (разборные одно- и многопоточные).
77.	Пластинчатые теплообменники разборного типа.
78.	Поверочный расчет ТА: теплопередача без изменения и с изменением агрегатного состояния.
78.	Конструкции регенеративных ТА и установок (типы насадок, регенераторы с неподвижной, падающей и вращающейся насадкой).
79.	Влажный воздух. Понятие параметров влажного воздуха (влажность абсолютная, относительная, влагосодержание, энтальпия, плотность, температура по сухому и мокрому термометру).
80.	Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные).

6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Литература:

1. Агеев М.А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ Агеев М.А., Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Андреев В.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник/ Андреев В.В., Лебедев В.А., Спесивцев Б.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах [Электронный ресурс]: практикум/ Шалай В.В., Михайлов А.Г., Батраков П.А., Теребилов С.В., Слободин Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2015.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58098.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первому текущему контролю

- 1 Что такое рабочее тело? Почему в качестве рабочего тела используются вещества в газообразном (парообразном) состоянии?
- 2 Что такое параметр состояния? Являются ли параметры состояния независимыми величинами? В чем состоит взаимодействие между системой и окружающей средой?
- 3 Какие процессы называются равновесными и какие неравновесными? Что такое термодинамическая поверхность?
- 4 Как вычисляются теплота и работа? Функциями чего являются эти величины? Дайте определения энтальпии и внутренней энергии. Функцией чего являются эти величины?
- 5 Какие термодинамические диаграммы чаще всего применяют на практике и почему? Чему равна площадь под кривой процесса на PV - диаграмме?
- 6 Сформулируйте первый закон термодинамики. Какой газ называется идеальным? Что такое нормальные физические условия? Какой объем занимает киломоль любого газа при нормальных физических условиях?
- 7 В чем сущность молекулярно - кинетической теории теплоемкости? Каковы основные недостатки этой теории? В чем сущность квантовой теории теплоемкости? Какие преимущества имеет эта теория перед молекулярно - кинетической теорией теплоемкости?
- 8 Какова связь между истинной и средней теплоемкостями? Как вычислить теплоту процесса с помощью каждой из этих теплоемкостей? Какими свойствами обладают теплоемкости идеального газа?
- 9 Как связаны изобарная и изохорная теплоемкости идеального газа? В какой форме может быть задана зависимость теплоемкости идеального газа от температуры?
- 10 Какими свойствами обладают внутренняя энергия и энтальпия идеального газа? Какое значение имеет показатель политропы в изобарном, изохорном и изотермическом процессах?
- 11 Какой процесс называется политропным? Линия какого процесса - адиабатного или изотермического идет круче в координатах P , V ? В каких пределах изменяется теплоемкость политропного процесса?
- 12 Какими способами может быть задана смесь идеальных газов? Что такое кажущаяся молекулярная масса смеси идеальных газов?
- 13 Сформулируйте закон Дальтона. В каком случае справедлив этот закон? Что такое парциальное давление и парциальный (приведенный) объем?
- 14 Как рассчитывается теплоемкость смеси идеальных газов при различных способах задания этой смеси? Получите выражение для определения удельной газовой постоянной смеси идеальных газов.
- 15 Какой цикл называется прямым и какой обратным? С помощью каких величин определяют степень совершенства прямых и обратных циклов? Из каких процессов состоит цикл Карно?
- 16 Сформулируйте теорему Карно. Как влияет необратимость на процесс преобразования теплоты в работу? В чем сущность второго закона термодинамики?
- 17 Приведите различные формулировки второго закона термодинамики. Приведите аналитическое выражение второго закона термодинамики.
- 18 В чем сущность статистического истолкования второго закона термодинамики? Как

связаны энтропия и термодинамическая вероятность состояния?

19 В чем заключается различие между адиабатным и изоэнтальпическим процессами? В каких случаях адиабатный процесс является одновременно и изоэнтальпическим?

20 Как идут линии основных процессов в Ts - диаграмме идеального газа? Приведите формулы для расчета изменения энтропии идеального газа в различных процессах.

21 Как строится абсолютная термодинамическая шкала температур? Изобразите изотермы реального вещества в фазовой $p-v$ - диаграмме. В чем заключается принцип соответственных состояний?

22 Что такое критическое состояние вещества? Какие свойства реальных веществ учитываются при выводе уравнения состояния Ван - Дер - Ваальса?

23 В чем сущность теории ассоциации реальных газов? Изобразите изотермы реального газа в PV - P - диаграмме. Что такое точка и линия Бойля?

24 Сформулируйте условия равновесия при фазовых переходах. Существует ли принципиальное различие между парами и газами? Какой пар называется влажным и сухим насыщенным, какой - перегретым?

25 Чем отличаются фазовые PT - диаграммы для нормальных и аномальных веществ? Что такое фундаментальная (главная) тройная точка вещества?

26 Чем отличаются процессы испарения и кипения? Что такое степень сухости?

27 Как рассчитываются удельный объем, энтропия и энтальпия влажного насыщенного пара? Изобразите пограничные линии в фазовой TS - диаграмме.

28 Покажите, что в области перегретого пара изобара на TS - диаграмме идет круче изохоры. Назовите величины критического давления и критической температуры для воды.

29 Что называется влажным воздухом? При каких условиях влажный воздух можно считать с достаточной степенью точности идеальным газом?

30 Как определяется массовое и мольное влагосодержание влажного воздуха? В каком случае влажный воздух называется насыщенным, а в каком - ненасыщенным?

31 Как определяется энтальпия влажного воздуха? Что такое относительная влажность? Постройте линии $v = \text{const}$; $T = \text{const}$; $H = \text{const}$ в HD - диаграмме влажного воздуха.

32 Почему в процессе испарения в идеальной сушилке энтальпию влажного воздуха можно считать постоянной? Как определить состояние влажного воздуха с помощью психрометра? Что такое точка росы.

33 Получите выражение первого закона термодинамики для потока в термической и механической формах. Что такое работа проталкивания? Запишите уравнение неразрывности потока в дифференциальной форме.

34 Что такое располагаемая работа? Для осуществления каких процессов используют сопла и диффузоры?

35 В каких случаях процесс течения можно считать адиабатным? Почему в сужающемся сопле нельзя превзойти скорость звука? Как связано изменение площади поперечного сечения с изменением скорости и числом Маха?

36 В каких случаях необходимо использовать комбинированное сопло Лаваля? При каких условиях режим течения в сопле Лаваля становится нерасчетным?

37 Как учитывается влияние трения на скорость течения газа или пара? В чем сущность принципа обращения воздействия? Что такое тепловое, механическое и расходное сопло? Какие предпосылки положены в основу идеализации процесса адиабатного дросселирования?

- 38 На что затрачивается работа расширения при дросселировании? Получите выражение для дифференциального дроссель - эффекта. Изобразите кривую инверсии.
- 39 Сопоставьте температурный эффект охлаждения при обратимом адиабатном расширении и адиабатном дросселировании.
- 40 Покажите с помощью $h-s$ - диаграммы, как изменяется состояние водяного пара при дросселировании. Как изменяются параметры идеального газа при дросселировании?
- 41 Как зависит работа, затрачиваемая на привод компрессора, от показателя политропы сжатия? Изобразите в координатах p, v изотермический, политропный и адиабатный процессы сжатия в компрессоре. В каком из этих процессов работа, затрачиваемая на привод компрессора, будет наименьшей?
- 42 Что такое объемный КПД компрессора? Как влияет наличие вредного пространства на производительность компрессора?
- 43 В чем заключаются преимущества многоступенчатого сжатия газа в компрессоре? Как вычисляется необходимое число ступеней сжатия в многоступенчатом компрессоре? Что такое адиабатный и изотермический КПД компрессора?
- 44 Изобразите индикаторную диаграмму одноступенчатого поршневого компрессора в координатах P, V и T, S . Каковы особенности работы центробежных и осевых компрессоров?
- 45 Какие предпосылки положены в основу идеализации циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания? Почему в идеальных циклах поршневых двигателей внутреннего сгорания процесс отвода теплоты принимается изохорным?
- 46 Сравните графически термические КПД идеальных циклов ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл Отто) и постоянном давлении (цикл Дизеля), если степени сжатия и отведенные количества теплоты у них одинаковы.
- 47 Как влияет степень сжатия на термический КПД идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикла Отто)? Как влияет степень предварительного расширения на термический КПД идеального цикла ДВС с изобарным подводом теплоты при постоянном давлении (цикла Дизеля)?
- 48 В чем заключаются преимущества двигателя, работающего по циклу со смешанным подводом теплоты (цикла Тринклера)? Изобразите принципиальную схему ГТУ без регенерации и с регенерацией теплоты.
- 49 Какими методами можно повысить термический КПД ГТУ? Покажите графически в координатах T, S , что использование регенерации теплоты, ступенчатого сжатия и подвода теплоты приближает термический КПД цикла ГТУ к термическому КПД цикла Карно в том же интервале температур.
- 50 Почему в идеальных циклах ГТУ и реактивных двигателей отвод теплоты принимается изобарным? Изобразите принципиальную схему и цикл прямоточного и турбореактивного двигателей в координатах P и V .
- 51 $P-V$ диаграмма водяного пара. Определение параметров воды и пара. Сухой насыщенный пар. Перегретый пар. Характеристическое уравнение для определения $v_{пер}$. Теплота парообразования.
- 52 Почему в паротурбинных установках не используется цикл Карно? Почему основным рабочим телом паротурбинных установок служит водяной пар?
- 53 Изобразите цикл Ренкина в координатах P, V ; T, S и h, S . Изобразите

принципиальную схему паротурбинной установки. При каких условиях можно пренебречь работой, затрачиваемой на привод питательного насоса паротурбинной установки?

54 Как влияют начальные параметры пара на термической КПД цикла Ренкина? Изобразите в координатах H, S условный процесс расширения пара в турбине с учетом потерь на трение.

55 Что такое внутренний относительный КПД турбины? Изобразите в координатах T, S цикл паротурбинной установки с предельной регенерацией.

56 Покажите, что термический КПД регенеративного цикла паротурбинной установки повышается с увеличением числа регенеративных отборов. Составьте уравнение теплового баланса смешивающего регенеративного подогревателя паротурбинной установки с одним регенеративным отбором.

57 Изобразите в координатах T, s идеальный цикл паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара. Изобразите в координатах H, S процесс расширения пара в турбине паротурбинной установки с двумя промежуточными перегревами пара. Как сказывается промежуточный перегрев пара на его конечной влажности?

58 В чем заключается сущность комбинированной выработки электроэнергии и теплоты на ТЭЦ? Изобразите принципиальную схему парогазовой установки и ее идеальный цикл в координатах T, S .

59 В чем заключаются преимущества установок с МГД - генератором? Каким образом повышается электропроводность плазмы в канале МГД - генератора?

60 Опишите принцип действия топливного элемента. Что такое холодильный коэффициент и коэффициент трансформации теплоты (отопительный коэффициент)? Как связаны эти величины?

61 Изобразите принципиальную схему воздушной холодильной установки и ее идеальный цикл в координатах P, V и T, S . Каково назначение детандера в воздушной холодильной установке и почему его нельзя заменить дроссельным вентилем?

62 Изобразите схему парокомпрессионной холодильной установки с дроссельным вентилем и ее идеальный цикл в координатах T, S .

63 Какие преимущества имеет парокомпрессионная холодильная установка по сравнению с воздушной? В чем заключается принцип действия теплового насоса?

64 Изобразите принципиальную схему абсорбционной холодильной установки. Как повышается давление хладагента в этой установке? Как влияет переохлаждение хладагента после конденсатора на значение коэффициента трансформации теплоты теплонасосной установки? Какими свойствами должны обладать хладагенты?

Образец билета к первому текущему контролю

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" Билет №1
	I текущий контроль
	Дисциплина: «Техническая термодинамика и теплофизика»
1	Изобразите принципиальную схему воздушной холодильной установки и ее идеальный цикл в координатах P , V и T , S .
2	В чем заключается принцип действия теплового насоса?
3	Покажите, что термический КПД регенеративного цикла паротурбинной установки повышается с увеличением числа регенеративных отборов.
	Зав. кафедрой «Т и Г» Т.Б. Эзирбаев « » 20__ г.

7.2 Вопросы ко второму текущему контролю освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплофизика»

1.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей
2.	Дифференциальное уравнение теплопроводности
3.	Условия однозначности или краевые условия теплопроводности. Теплопроводность при стационарных условиях
4.	Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода
5.	Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление
6.	Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода
7.	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку
8.	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку
9.	Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки
10.	Передача теплоты через шаровую стенку. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках
11.	Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку
12.	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи
13.	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности
14.	Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Дифференциальное уравнение и его решение
15.	Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи
16.	Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра
17.	Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины
18.	Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопроводность цилиндрической стенки, стержню (ребру). Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой

	изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру
19.	Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия
20.	Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля
21.	Условия подобия физических процессов. Метод размерностей. Моделирование процессов конвективного теплообмена
22.	Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости
23.	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы, в ограниченном пространстве
24.	Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Коэффициенты теплоотдачи
25.	Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров
26.	Тепловой поток. Плотность теплового потока. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое
27.	Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное
28.	Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме
29.	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения. Теплоотдача в изогнутых трубах
30.	Теплоотдача в шероховатых трубах Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.
31.	Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения
32.	Закон косинусов Ламберта. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде
33.	Излучательная способность твердых тел и методы ее определения. Радиационный метод. Метод регулярного теплового режима. Метод нагревания с постоянной скоростью
34.	Основы расчета теплообмена излучением между излучающей и поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств
35.	Физическая природа теплового излучения. Классификация потоков излучения
36.	Формула Поляка. Интегральные и спектральные характеристики энергии излучения: поток, плотность потока и интенсивность излучения
37.	Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела
38.	Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела
39.	Лучистый теплообмен в замкнутой системе серых тел, разделенных диатермичной средой
40.	Лучистый теплообмен между двумя безграничными пластинами; телом и оболочкой; экранирование излучения
41.	Классификация теплообменных аппаратов (ТА).
42.	Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор.
43.	Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей.
44.	Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямотока и противотока.
45.	Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.
46.	Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы,

	высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла,
47.	Выбор скорости теплоносителей. Понятие о расчёте смесительных теплообменников и о расчёте регенеративных теплообменных аппаратов.
48.	Методика теплового, конструктивного расчета. Виды расчетов ТА (тепловой, конструктивный, гидравлический, прочностной).
49.	Методика теплового, конструктивного расчета. Определение конструктивных размеров: количество труб, рабочая длина труб, расстояние между трубными решетками,
50.	Теплообменные аппараты “труба в трубе” (разборные одно- и многопоточные).
51.	Пластинчатые теплообменники разборного типа. Определение конструктивных размеров (площадь сечения канала, число каналов, площадь поверхности теплообмена одной пластины
52.	Определение конструктивных размеров: диаметр змеевика, диаметр трубы змеевика, шаг между витками, число витков змеевика, высота змеевика.
53.	Поверочный расчет ТА: теплопередача без изменения и с изменением агрегатного состояния.
54.	Метод эффективности. Определение конструктивных размеров кожухотрубных, пластинчатых, змеевиковых теплообменников.
55.	Расчет цилиндрических сосудов. Расчет на прочность выпуклых днищ и крышек. Расчет фланцевых соединений. Расчет трубных решеток.
56.	Расчет падений давления на трение, местные сопротивления, ускорение потока.
57.	Конструкции регенеративных ТА и установок (типы насадок, регенераторы с неподвижной, падающей и вращающейся насадкой).
58.	Тепловой конструктивный расчет регенеративных теплообменников. Аппараты с кипящим слоем.
59.	Влажный воздух. Понятие параметров влажного воздуха (влажность абсолютная, относительная, влагосодержание, энтальпия, плотность, температура по сухому и мокрому термометру).
60.	Диаграмма h-d. Изображение основных процессов на диаграмме h-d (нагрев, охлаждение, смешения воздуха различного состояния). Конструкции теплообменников смешения.
61.	Оросительные теплообменники смешения (полые, каскадные, с насадкой, струйные компактные).

7.3 Вопросы к экзамену по дисциплине «Техническая термодинамика и теплофизика»

1	Как вычисляются теплота и работа? Функциями чего являются эти величины? Дайте определения энтальпии и внутренней энергии. Функцией чего являются эти величины?
2	Какие термодинамические диаграммы чаще всего применяют на практике и почему? Чему равна площадь под кривой процесса на PV - диаграмме?
3	Сформулируйте первый закон термодинамики. Какой газ называется идеальным? Что такое нормальные физические условия? Какой объем занимает киломоль любого газа при нормальных физических условиях?
4	Какова связь между истинной и средней теплоемкостями? Как вычислить теплоту процесса с помощью каждой из этих теплоемкостей? Какими свойствами обладают теплоемкости идеального газа?
5	Какой процесс называется политропным? Линия какого процесса - адиабатного или

	изотермического идет круче в координатах P, V ? В каких пределах изменяется теплоемкость политропного процесса?
6	Сформулируйте закон Дальтона. В каком случае справедлив этот закон? Что такое парциальное давление и парциальный (приведенный) объем?
7	Как рассчитывается теплоемкость смеси идеальных газов при различных способах задания этой смеси? Получите выражение для определения удельной газовой постоянной смеси идеальных газов.
8	Сформулируйте теорему Карно. Как влияет необратимость на процесс преобразования теплоты в работу? В чем сущность второго закона термодинамики?
9	Сформулируйте теорему Карно. Как влияет необратимость на процесс преобразования теплоты в работу? В чем сущность второго закона термодинамики?
10	В чем сущность статистического истолкования второго закона термодинамики? Как связаны энтропия и термодинамическая вероятность состояния?
11	В чем заключается различие между адиабатным и изоэнтропным процессами? В каких случаях адиабатный процесс является одновременно и изоэнтропным?
12	Чем отличаются процессы испарения и кипения? Что такое степень сухости?
13	Получите выражение первого закона термодинамики для потока в термической и механической формах. Что такое работа проталкивания? Запишите уравнение неразрывности потока в дифференциальной форме.
14	Как влияет степень сжатия на термический КПД идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикла Отто)? Как влияет степень предварительного расширения на термический КПД идеального цикла ДВС с изобарным подводом теплоты при постоянном давлении (цикла Дизеля)?
15	Сравните графически термические КПД идеальных циклов ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл Отто) и постоянном давлении (цикл Дизеля), если степени сжатия и отведенные количества теплоты у них одинаковы.
16	Почему в паротурбинных установках не используется цикл Карно? Почему основным рабочим телом паротурбинных установок служит водяной пар.
17	В чем заключается сущность комбинированной выработки электроэнергии и теплоты на ТЭЦ? Изобразите принципиальную схему парогазовой установки и ее идеальный цикл в координатах T, S .
18	Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
19	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.
20	Теплоотдача в изогнутых трубах.
21	Теплоотдача в шероховатых трубах.
22	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной круглой трубы.
23	Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб.
24	Характер течения жидкости в пучке.
25	Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости.
26	Теплоотдача при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной пластины.
27	Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
28	Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
29	Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду.
30	Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
31	Классификация теплообменных аппаратов (ТА). Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднелогарифмический температурный напор.
32	Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного

	теплообменника. Сравнение прямого и противотока.
33	Виды теплоносителей и их характеристика: вода, воздух, дымовые газы, высокотемпературные органические теплоносители, минеральные масла,
34	Методика теплового, конструктивного расчета. Виды расчетов ТА (тепловой, конструктивный, гидравлический, прочностной).
35	Методика теплового, конструктивного расчета. Определение конструктивных размеров: количество труб, рабочая длина труб, расстояние между трубными решетками,
36	Теплообменные аппараты “труба в трубе” (разборные одно- и многопоточные). Пластинчатые теплообменники разборного типа. Определение конструктивных размеров (площадь сечения канала, число каналов, площадь поверхности теплообмена одной пластины
37	Определение конструктивных размеров: диаметр змеевика, диаметр трубы змеевика, шаг между витками, число витков змеевика, высота змеевика.
38	Поверочный расчет ТА: теплопередача без изменения и с изменением агрегатного состояния. Конструкции регенеративных ТА и установок (типы насадок, регенераторы с неподвижной, падающей и вращающейся насадкой).
39	Расчет цилиндрических сосудов. Расчет на прочность выпуклых днищ и крышек.
40	Расчет фланцевых соединений. Расчет трубных решеток.

Образец экзаменационного билета по дисциплине «Техническая термодинамика и теплофизика»

	Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика»</i>
	Дисциплина «Техническая термодинамика и теплофизика» Экзамен Семестр - 2
	Группа
	БИЛЕТ № 1
1.	Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
2.	Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.
3.	Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Т.Б. Эзирбаев	

7.4 Текущий контроль

Контрольные вопросы к лабораторным работам по дисциплине «Техническая термодинамика и теплофизика»

№1.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. На что расходуется мощность, подведенная к компрессору, и как она определяется?
6. Сформулируйте и напишите аналитические выражения *первого закона термодинамики* для замкнутой и разомкнутой оболочек.
7. Каков физический смысл величин, входящих в уравнения *первого закона термодинамики* для замкнутой и разомкнутой оболочек?
8. Дайте определение и поясните физический смысл понятий *теплоты* и *работы* в технической термодинамике.
9. Что означают знаки « + » и « – » для теплоты и работы?
10. На что и каким образом влияет изменение нагрева трубы при постоянном расходе воздуха?
11. На что расходуется мощность, подведенная для нагрева трубы, и как она определяется?
12. . Как осуществляется выбор контрольных оболочек (границ) подсистем (системы) применительно к данной лабораторной работе?
13. В каком месте и почему границы подсистем (системы) размыкаются?
14. Что называется внутренней энергией и энтальпией рабочего тела? Свойства внутренней энергии и расчетные формулы.

№ 2

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как Вы понимаете такие состояния, как насыщенный и ненасыщенный влажный воздух?
4. Как Вы относитесь к термину «пересыщенный» влажный воздух?
5. Как формулируется и записывается закон парциальных давлений для влажного воздуха?
6. Что называется абсолютной, относительной влажностью и влагосодержанием влажного воздуха?

7. Как выражается и из чего складывается теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха?
8. Почему с увеличением температуры влажного воздуха его относительная влажность уменьшается?
9. Чем Вы можете объяснить влияние скорости воздуха на отклонение показания смоченного термометра от истинного значения температуры мокрого термометра?
10. Как устроена диаграмма I-d влажного воздуха и, каким образом определяются параметры влажного воздуха с помощью диаграммы по показаниям сухого и мокрого термометров?
11. Покажите на диаграмме и поясните процессы «сухого» нагрева и охлаждения влажного воздуха.
12. Покажите на диаграмме и поясните процесс адиабатного насыщения влажного воздуха.
13. Дайте определение понятию точки росы. Как определяется температура точки росы на диаграмме?
14. Какова связь между относительной влажностью воздуха и его влагосодержанием?
15. Дайте вывод аналитической формулы для расчета абсолютной влажности воздуха.
16. Дайте вывод аналитической формулы для расчета влагосодержания воздуха.
17. Дайте вывод аналитической формулы для расчета теплосодержания (энтальпии) воздуха.

№ 3

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Дайте определение процессов истечения и дросселирования.
4. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу истечения.
5. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу дросселирования.
6. Как изменяется скорость истечения через суживающееся сопло при изменении β от 1 до 0 (покажите качественное изменение на графике расхода)?
7. Чем объясняется проявление критического режима при истечении?
8. В чем различие теоретического и действительного процессов истечения?
9. Как изображаются теоретический и действительный процессы истечения в координатах h-s?
10. Почему отличаются теоретическая и действительная температуры воздуха на выходе из сопла при истечении?

11. На каком основании процесс дросселирования используется при измерении расхода воздуха?
12. Как может изменяться температура воздуха в процессе дросселирования?
13. От чего зависят величины коэффициентов: потери скорости ϕ_c , потери энергии ζ_c и полезного действия канала η_k ?
14. Какие каналы называются соплами?
15. От каких параметров зависят расход и скорость газа при истечении через сопло?
16. Почему температуры воздуха перед диафрагмой и перед соплом равны?
17. Как изменяются энтальпия и энтропия потока газа, при прохождении через диафрагму?

№ 4

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?
7. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?
8. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
9. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?
10. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.
11. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.
12. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?
13. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?

14. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?

№ 5

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
4. Для чего измеряется барометрическое давление в данной работе?
5. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?
6. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?
7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
8. Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
10. Что такое критерий подобия?
11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
14. Как определяется коэффициент теплоотдачи α из критериального уравнения?
15. Что характеризуют критерии Nu , Gr , Pr ?

№ 6

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?
6. Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?
7. Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.
8. Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.
9. Какие существуют методы и приборы для измерения температуры, давления и расхода?
10. Как определяется плотность воздуха в условиях лабораторной установки?
11. Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?

12. В чем сущность "Теории подобия" и как с ее помощью определяются коэффициенты теплоотдачи?
13. Как составляются критериальные уравнения?
14. Составьте в общем виде критериальные уравнения для вынужденной и свободной (естественной) конвекции.
15. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?
16. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?
17. Что такое "определяемый" и "определяющий" критерий?
18. Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия?

Вопросы к практическим занятиям

1. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
2. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля. Условия подобия физических процессов.
3. Термическое сопротивление передачи теплоты.
4. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
5. Излучение реальных тел, идеальные тела. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Ламберта, Кирхгофа, понятие диффузной поверхности излучения и серого тела.
6. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника.
7. Сравнение прямотока и противотока.
8. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.
9. Теплопередача через ребристую плоскую стенку.
10. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность

7.4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-1. способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях					
Знать: - основные термодинамические диаграммы, их свойства, термодинамические процессы и их характеристики; - основные правила и методики постановки эксперимента для исследования процессов теплообмена, теплопроводности и теплопередачи.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к рубежным аттестациям, вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным занятиям
Уметь: - использовать основные законы термодинамики при решении технических задач; - использовать изученный материал в практике теплотехнических испытаний и теплометрии.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Владеть: - способами интенсификации теплопередачи, интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности; - способностью проводить расчеты тепловых процессов по полученным практическим данным, разделяя элементы процессов теплопроводности, конвекции	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-2 Способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.					
Знать: - методы анализа термодинамических циклов, методы повышения эффективности технических теплоэнергетических установок. - способы передачи теплоты на ТЭС, АЭС, котельных установках, теплообменных аппаратах.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	<i>Вопросы к рубежным аттестациям, вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным занятиям.</i>
Уметь: - пользоваться методом расчета диаграмм пароводяных циклов и циклов холодильных установок и рассчитывать их характеристики; - использовать изученный материал при технологических расчетах теплообменного оборудования	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Владеть: - способами интенсификации теплопередачи, интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности; - методами расчета теплоотдачи в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
--	------------------------------------	---	---	--	--

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей

аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для **слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Литература

1. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Трухний А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 648 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33207.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Теплопередача, вентиляционные и тепловые расчеты в электромеханике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тюков В.А., Честюнина Т.В., Бухгольц Ю.Г.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 248 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45178.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ С.В. Цанев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 427 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33113.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Севостьянов А.В. Расчёт распределения температуры с использованием конечно-разностных методов [Электронный ресурс]: методические указания к расчётной работе по дисциплине «Численные методы решения задач теплоэнергетики»/ Севостьянов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55148.html>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах [Электронный ресурс]: практикум/ Шалай В.В., Михайлов А.Г., Батраков П.А., Теребилов С.В., Слободина Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2015.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58098.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Андреев В.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник/ Андреев В.В., Лебедев В.А., Спесивцев Б.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Агеев М.А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ Агеев М.А., Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»

9.2. Методические указания (приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо имеются в наличии учебные аудитории кафедры, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки университета, страны и мира.

Электронные плакаты. Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5х1,5 м):

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки магистра 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Наличие оборудования и ТСО по дисциплине «Техническая термодинамика и теплофизика»

1	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)
2	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы)
3	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабор. работ)
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	Комплект плакатов 560х800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560х800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет

	элементы крепления к стене.
5.1	Техническая термодинамика (16 шт.)
5.2	«Тепломассообмен» 16 шт.
6	Электронные плакаты Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5х1,5 м):
а.	Техническая термодинамика (86 шт.)
б.	Тепломассообмен(122 шт.)
	Презентации:
1	Теплопередача
2	Тепловые и атомные электростанции
3	Двигатели внутреннего сгорания
4	Физико-химические основы современной энергетики

Методические указания по освоению дисциплины

«Техническая термодинамика и теплофизика»

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины. Дисциплина «Техническая термодинамика и теплофизика» состоит из 9 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала. Обучение по дисциплине «Техническая термодинамика и теплофизика» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине,

формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями

«важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Техническая термодинамика и теплофизика» это углубление и расширение знаний в области метрологии; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

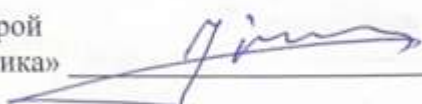
Составитель:

Доцент кафедры
«Теплотехника и гидравлика»

 / Р.А.-В. Турдушев/

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой
«Теплотехника и гидравлика»

 / Т.Б.Эзирбаев/

Директор ДУМР, доцент

 / М.А. Магомаева /