

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.11.2023 13:54:18

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5b01914304d М.Д. Миллионщикова

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»

Направление подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология

Профиль

«Метрология, стандартизация и сертификация»

Квалификация

Бакалавр

Грозный – 2020

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» является освоение основных законов термодинамики 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 курса является 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.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплотехника» относится к обязательной части в учебном плане направления 27.03.01 «Стандартизация и метрология» и предусмотрена для изучения в 3 и 4 семестрах. Для изучения курса требуется знание: физики, математики, химии, начертательной геометрии.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов: Тепломассообмен, Гидрогазодинамика, Котельные установки и парогенераторы, Турбины тепловых и атомных электрических станций, Технологические энергоносители предприятий и т.д.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, выявлять резервы, определять причины существующих недостатков и неисправностей в его работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности использования (ПК-7);
- способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций (ПК-20).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи;
- назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин;
- основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел;
- принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок;
- особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования.

уметь:

- анализировать термодинамические процессы в энерготехнологическом оборудовании;
- рассчитывать и анализировать температурные режимы систем и оборудования переработки углеводородов.

владеть:

- навыками работы с основными российскими и зарубежными приборами для определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел;
- методиками составления энергетических и тепловых балансов энерготехнологических процессов в нефтегазовой отрасли;
- методами расчета тепловых режимов систем и оборудования.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы**Таблица 1**

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры				
			3	4	4	5	
	ОФО	ЗФО	ОФО		ЗФО		
Контактная работа (всего)	83/2,44	22/0,61	51/1,5	32/0,9	12/0,33	10/0,28	
В том числе:							
Лекции	50/1,4	14/0,4	34/1,0	16/0,4	8/0,22	6/0,17	
Практические занятия	17/0,5		17/0,5		4/0,11		
Лабораторные работы	16/0,4	4/0,11		16/0,4		4/0,11	
Самостоятельная работа (всего)	97/2,55	158/4,4	57/1,5	40/1,1	96/2,7	62/1,72	
В том числе:							
Курсовая работа (проект)							
Расчетно-графические работы							
ИТР							
Рефераты							
Доклады							
Презентации							
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>							
Подготовка к лабораторным работам	18/0,5	24/0,5		18/0,5		24/0,7	
Подготовка к практическим занятиям	18/0,5	30/0,7	18/0,5		30/0,7		
Подготовка к зачету	18/0,5	32/0,9	18/0,5		32/0,33		
Подготовка к экзамену	18/0,5	18/0,5		18/0,5		18/0,5	
Вид отчетности	экзамен	экзамен	зачет	экзамен	зачет	экзамен	
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	180	180	108	72	108	72
	ВСЕГО в зачетных единицах	5	5	3	2	3	2

5. Содержание дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2.1 (3 семестр)

№ 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	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.	2	1				1		2
2	Газы и газовые смеси.	2							
3	Теплота и теплоемкость газов.	2							
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	2							
5	Энтропия. PV- и TS-диаграммы	2	1				1		2
6	Второй закон термодинамики. Круговые процессы	2							
7	Термодинамические процессы.	2							
8	Водяной пар, основные свойства.	2	1				1		2
9	Основные характеристики влажного воздуха.	2							
10	Термодинамика потока	2	1				1		2
11	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	2							
12	Регенеративные циклы. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.	2	1						1
13	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	2	1						1
14	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	2							
15	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	2	1						1
16	Сравнение паровых и газовых циклов. Повышение КПД теплоэнергетических установок.	2							
17	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	2	1						1
	ИТОГО:	34	8			17	4	51	12

Таблица 2.2 (4 семестр)

№ 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	Способы передачи теплоты	1		1				2	2
2	Теплопроводность при стационарных условиях	1	1	1	1			2	2
3	Теплопередача	2		2				4	
4	Теплопередача. Сложный теплообмен	2	1	2	1			4	2
5	Нестационарные процессы теплопроводности	2		2				4	
6	Конвективный теплообмен	2	1	2	1			4	2
7	Основы теории подобия	2		2				4	
8	Теплоотдача	2	2	2	1			6	3
9	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах. Лучистый теплообмен.	2	1	2				6	1
	ИТОГО:	16	6	16	4			32	10

5.1.1 Содержание разделов дисциплины (3 семестр)

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.	Предмет технической термодинамики. Характеристика дисциплины, ее место в системе подготовки бакалавра теплоэнергетика. 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.
2	Газы и газовые смеси.	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.
3	Теплота и теплоемкость газов.	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении. Зависимости теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость газовых смесей.
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	Понятие внутренней энергии. Теплота. Работа. Сущность первого закона термодинамики и его аналитическое выражение. Энтальпия.
5	Энтропия. PV- и TS- диаграммы.	Понятие об энтропии. Энтропия реальных тел. 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.
6	Второе начало термодинамики. Круговые процессы	Изменение состояния газов. Сущность второго закона термодинамики. Круговые процессы и циклы. Термический КПД. Цикл Карно теплового двигателя.
7	Термодинамические процессы.	Общие методы исследования. Термодинамический процесс. Процессы обратимые и необратимые. Основные термодинамические процессы в идеальных газах. (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный)
8	Водяной пар, основные свойства.	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах. Понятие об уравнение Вукаловича-Новикова и Боголюбова-Майера.
9	Основные характеристики влажного воздуха.	Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. H-d диаграмма влажного воздуха.
10	Термодинамика потока	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Скорость истечения. Скорость звука. Критическая скорость и критические параметры при истечении через сопло.

11	Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.	Принципиальная схема и цикл паротурбинной установки (ПТУ) на насыщенном водяном паре (цикл Карно). Практическая целесообразность использования цикла ПТУ на перегретом водяном паре и сжатии рабочего тела в жидкой фазе (цикл Ренкина). Идеальный цикл паротурбинной установки и ее КПД. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки. Влияние начальных параметров и конечного давления на тепловую экономичность ПТУ. Промежуточный перегрев пара и его влияние на экономичность ПТУ.
1	2	3
12	Регенеративные циклы Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.	Регенеративные циклы ПТУ при постоянном количестве работающего тела и при отборах пара на регенерацию. КПД регенеративного цикла ПТУ. Удельные расходы пара и теплоты в ПТУ. Термодинамические основы теплофикации. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.
13	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Цикл и индикаторная диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
14	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.
15	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ)	Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.
16	Сравнение паровых и газовых циклов. Повышение КПД теплоэнергетических установок.	Сравнение достоинств и недостатков паровых и газовых циклов. Задача повышения КПД теплоэнергетических установок.
17	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент. Коэффициент трансформации теплоты. Схема и цикл воздушной холодильной установки. Термодинамические свойства рабочих тел парокомпрессионных трансформаторов теплоты. Схема, цикл и холодильный коэффициент парокомпрессионной холодильной установки. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной установки.
18	Тепловые насосы. Методы ожижения газов	Принцип действия теплового насоса. Термодинамическое сравнение эффективности теплового насоса и теплофикации. Методы ожижения газов.

5.1.2 Содержание разделов дисциплины (4 семестр)

Таблица 3.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Способы передачи теплоты	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле. Изотермическая поверхность. Градиент температуры. Качественные характеристики переноса теплоты.
2	Теплопроводность при стационарных условиях	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. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
3	Теплопередача	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки. Передача теплоты через шаровую стенку. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.

4	Теплопередача. Сложный теплообмен	Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Закон Ньютона—Рихмана для теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Дифференциальное уравнение и его решение. Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача через ребристую плоскую стенку. 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.
1	2	3
5	Нестационарные процессы теплопроводности	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел. Приближенные методы решения задач теплопроводности. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
6	Конвективный теплообмен	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости. Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания. Уравнение теплоотдачи. Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.
7	Основы теории подобия	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.

8	Теплоотдача	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное. Термическое сопротивление теплоотдачи.
9	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах. Лучистый теплообмен.	Теплоотдача при вынужденном движении в трубах. Особенности движения и теплообмена в трубах. Участок гидродинамической и тепловой стабилизации. Средний коэффициент теплоотдачи трубы. Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена. Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения лучистого теплообмена. Уравнение теплового баланса. Абсолютно черное тело. Закон Стефана — Больцмана. Постоянная Стефана — Больцмана. Степень черноты тела. Закон Стефана — Больцмана для реального тела.

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ФОСах. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.

5.3. Лабораторный практикум (3 семестр)

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ
1	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.	Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач
2	Энтропия. PV- и TS-диаграммы.	Определение изобарной теплоемкости
3	Основные характеристики влажного воздуха. Термодинамика потока	Определение параметров влажного воздуха
4		Изучение адиабатного истечения газа через сужающееся сопло
5		Исследование процесса истечения из суживающегося сопла
6	Водяной пар, основные свойства.	Исследование кривой насыщения для воды и водяного пара

5.3.2 Лабораторный практикум(4 семестр)

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ
1	Теплообмен. Теплопроводность. Контактный теплообмен.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя).
2	Конвективный теплообмен	Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания.
3	Теплоотдача. Теплопередача. Сложный теплообмен.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны).
4		Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе.
5		Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра).
6	Теплопередача	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки.
7	Массообмен.	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов
8	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах. Лучистый теплообмен.	Теплоотдача при вынужденном движении в трубах. Особенности движения и теплообмена в трубах.
9		Изучение теплопроводности на белой и черной пластинах. Абсолютно черное тело. Эффективное излучение.

6. Самостоятельная работа

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения (3 семестр)

Таблица 6.1

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники.
2	Газы и газовые смеси.
3	Теплота и теплоемкость газов.
4	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия.
5	Энтропия. PV- и TS-диаграммы.
6	Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Циклы паротурбинных установок. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки.
7	Термодинамические процессы.
8	Водяной пар, основные свойства.
9	Основные характеристики влажного воздуха.

6.2 Вопросы для самостоятельного изучения (4 семестр)

Таблица 6.2

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле.
2	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей.
3	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
4	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
5	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
6	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.
7	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
8	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
9	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.
10	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

6.3 Тематика рефератов

1. Техническая термодинамика как теоретическая основа систем энергообеспечения (теплотой, электроэнергией и холодом). Понятия о термодинамических системах, параметрах состояния, равновесных и неравновесных процессах.

2. Определение понятий термодинамической системы и окружающей среды. Функции состояния и функции процесса.

3. Уравнение состояния идеальных газов. Термические коэффициенты и соотношение между ними. Первый закон термодинамики как закон сохранения и превращения энергии. Теплота и работа - формы передачи энергии. Принцип эквивалентности тепла и механической работы.

4. Формулировки первого закона термодинамики. Внутренняя энергия и ее свойства. Энтальпии и её свойства.

5. Виды работ термомеханической системы и связь между ними. Первый закон термодинамики для стационарного потока массы.

6. Определение изобарной и изохорной теплоемкостей, вывод уравнения для их соотношения. Определение теплоемкости. Размерность теплоемкостей. Соотношение массовой, мольной и объемной теплоемкостей. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера.

7. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости газов. Зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Формула Эйнштейна для расчета колебательных степеней свободы.

8. Внутренняя энергия и энтальпия идеального газа. Таблицы термодинамических свойств идеальных газов. Основные процессы идеальных газов.
9. Вывод соотношений для относительных объемов и давлений для адиабатного процесса с учетом зависимости теплоемкости от температуры.
10. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Второе начало термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение. Интеграл Клаузиуса.
11. Определение энтропии. Вывод формулы для расчета изменения энтропии в процессах с идеальными газами. КПД прямого цикла Карно и теоретический холодильный коэффициент цикла Карно.
12. Первая и вторая теоремы Карно. Изменение энтропии в необратимых процессах. Энтропийный метод термодинамического анализа для процесса теплообмена в конденсаторе ПТУ.
13. Изменение энтропии в необратимых процессах. Энтропийный метод термодинамического анализа для процессов расширения (в турбине) и сжатия (в компрессоре).
14. T,S - диаграмма и ее свойства. Термодинамические циклы в T,S - диаграмме. Понятие о среднеинтегральной температуре подвода и отвода теплоты.
15. Возрастание энтропии изолированной системы. Свойства энтропии. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
16. Смеси идеальных газов. Основные определения. Способы задания состава смеси. Уравнение состояния Клапейрона-Менделеева для смеси идеальных газов.
17. Расчет термодинамических свойств идеальных газов по свойствам компонентов. Энтропия смеси идеальных газов.
18. Смеси реальных газов. Калорические эффекты смешения. Определение калорических эффектов смешения по объемному эффекту смешения.
19. Фазовое равновесие и фазовые переходы. Агрегатные состояния. Фазовая p,T - диаграмма. Правило фаз Гиббса. Полные TS , PV и PT диаграммы для нормальных веществ.
20. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса и его следствия. Соотношение между изохорным и изобарным эффектами реакции.
21. Константа равновесия. Закон действующих масс. Принцип Ле Шателье – Брауна. Аналитическое выражение второго начала термодинамики для необратимых химических реакций.
22. Химическое равновесие и закон действующих масс. Выражение зависимости константы равновесия от температуры. Вывод уравнения Вант-Гоффа.
23. Определение теплового эффекта химической реакции при условиях, отличающихся от стандартных.
24. Характеристические функции для закрытой термодинамической системы и вывод соотношений Максвелла.
25. Тепловая теорема Нернста. Гипотеза Планка. Третий закон термодинамики и его следствия. Определение значения абсолютной величины энтропии на основе калорических данных.
26. Регенеративные циклы ПТУ при постоянном количестве работающего тела и при отборах пара на регенерацию.
27. Удельные расходы пара и теплоты в ПТУ.
28. Термодинамические основы теплофикации.
29. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.
30. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).
31. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
32. Методы повышения тепловой экономичности ГТУ.
33. Циклы ГТУ с регенерацией.
34. Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.

35. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент.
36. Коэффициент трансформации теплоты. Схема и цикл воздушной холодильной установки.
37. Температурное поле. Изотермическая поверхность.
38. Теплопроводность при стационарных условиях.
39. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.
40. Передача теплоты через шаровую стенку.

6.4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

1.	Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хащенко А.А., Калиниченко М.Ю., Вислогузов А.Н.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75606.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Лабораторный практикум по термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богданов С.Н., Клёцкий А.В., Митропов В.В., Пятаков Г.Л., Федоров В.Н., Филаткин В.Н., Цветков О.Б.ред. Цветков О.Б., Митропов В.В. .— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2016.— 89 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67246.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 226 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63139.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	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»
5.	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»
6.	Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Александров А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55891.html .— ЭБС «IPRbooks»
7.	Никитин В.А. Лекции по теплотехнике [Электронный ресурс]: конспект лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 532 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21604.html .— ЭБС «IPRbooks»
8.	Дерюгин В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 244 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/74378.html .— ЭБС «IPRbooks»

7. Оценочные средства

3 семестр

7.1 Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Равновесные и неравновесные системы.
3. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
4. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
5. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.
8. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
9. Выражение объемных долей компонентов смеси. Парциальный объем смеси. Закон Амага. Определение удельного объема смеси.
10. Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
11. Газовая постоянная. Формулы определения.
12. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
13. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
14. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
16. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
17. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
18. Второй закон термодинамики.
19. Цикл Карно. Термический КПД.
20. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный) метод исследования процессов.

7.1.1 Примерный тест к первой рубежной аттестации

I *Рабочее тело*

1. Тело, посредством которого производится взаимное превращение теплоты и работы.
2. Тело, которое позволяет осуществлять термодинамический процесс.
3. Тело, благодаря которому происходит теплообмен между системой и окружающей средой.
4. Тело, благодаря которому вырабатывается электрическая энергия
5. Все ответы правильные

II *Термодинамическая система называется изолированной*

1. Если она не допускает обмена с окружающей средой, как теплотой, так и работой.
2. Если она допускает обмен с окружающей средой, либо теплотой, либо работой
3. Если она допускает обмен со средой и теплотой, и работой

4. Если она выделяет энергию в окружающую среду
5. Все ответы правильные

III Идеальным газом считают газ:

1. в котором отсутствуют силы взаимодействия между молекулами и можно пренебречь объемом самих молекул;
2. понимают совокупность материальных точек — молекул с исчезающе малыми объемами, находящихся в состоянии хаотического движения и лишенных сил взаимодействия;
3. в котором молекулы находятся в непрерывном тепловом движении;
4. газ в котором существенное значение имеют силы взаимодействия между молекулами и нельзя пренебречь силами объемом самих молекул;
5. Все ответы правильные.

IV Теплоемкость газов вычисляется по формуле

$$1. q = C_m (t_2 - t_1); \quad 2. c = \frac{dq}{dt}; \quad 3. c = c_0 + at; \quad 4. C_m = C_0 + \frac{a}{2}(t_1 + t_2);$$

V Релаксацией называется

1. Состояние системы, при котором во всех точках ее объема все параметры состояния (давление, температура, удельный объем и др.) и физические свойства одинаковы.
2. Состояние системы, при котором физические свойства одинаковы.
3. Система, выведенная из состояния равновесия, и предоставленная при постоянных параметрах окружающей среды самой себе, через некоторое время вновь придет в равновесное состояние, соответствующее этим параметрам.
4. Процесс протекающий при значительной разности температур и давлений окружающей среды и рабочего тела и создающий неравномерное
5. распределение температуры и давлений по всей массе рабочего тела.
6. Нет правильного ответа

VI Работа процесса расширения рабочего тела выражается формулой (какие из ответов правильные)

$$1. dL = dQ - dU; \quad 2. l = \int_1^2 PdV \quad 3. L_1 = Q_1 - Q_2 \quad 4. l = \int_{v_1}^{v_2} pdv$$

5. Нет правильного ответа

VII Энтропия тела выражается уравнением

$$1. \Delta L = T_0 \Delta S_{сист} \quad 2. \Delta s = \frac{T}{\Delta q};$$

$$3. \Delta s = \frac{\Delta q}{T}; \quad 4. S_2 - S_1 = c_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = c_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

VIII Работа расширения в изохорном процессе выражается формулой

$$1. l = R(T_2 - T_1) \quad 3. l = \int_{v_1}^{v_2} p dv = P(V_2 - V_1)$$

$$2. dV = 0; \Delta V = V_2 - V_1 = 0; \quad V_1 = V_2; \quad 4. l = \int_{v_1}^{v_2} p dv =$$

$$\int_{v_1}^{v_2} RT \frac{dv}{v} = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = RT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$5. l = -\Delta u = c_v \cdot (T_1 - T_2) = \frac{R}{k-1} (T_1 - T_2) \quad 6. \text{ Все ответы правильные}$$

IX Укажите нормальные физические условия

1. $t = 20^\circ\text{C}$, $P = 1 \text{ кг/см}^2$
2. $t = 0^\circ\text{C}$, $P = 1 \text{ н/см}^2$
3. $t = 273,15 \text{ K}$, $P = 1 \text{ бар}$.
4. $t = 0^\circ\text{C}$, $P = 760 \text{ мм рт.ст.}$

X Закон Майера для единицы массы:

$$1. \bar{C}_P - \bar{C}_V = \bar{A}\bar{R} \quad 2. C_V - C_P = AR \quad 3. C_P - C_V = AR \quad 4.$$

$$C_V - C_P = \bar{A}\bar{R}$$

XI Укажите уравнение, выражающее закон Дальтона.

$$1. P_{CM} = P_i r_i \quad 2. P_{CM} \sum_{i=1}^n q_i P_i \quad 3. P_{CM} = \sum_{i=1}^n r_i P_i \quad 4. P_{CM} = \sum_{i=1}^n P_i$$

XII Укажите к.п.д. теплового двигателя?

$$1. \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad 2. \eta = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad 3. \eta = \frac{|AL^*|}{|Q_1^*|} \quad 4. \eta = \frac{|Q_2^*|}{|AL^*|}$$

КАРТОЧКА (первая рубежная аттестация)

1. Внутренняя энергия системы. Работа. Теплота. Математическое выражение первого закона термодинамики.
2. Смеси идеальных газов. Закон идеальных газов Клапейрона, Бойля-Мариотта. Реальные газы
3. Задача. В цилиндре при некоторой температуре и давлении содержится $0,6\text{ м}^3$ воздуха массой $0,72 \text{ кг}$. Найти его плотность и удельный объём.

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах.
2. Основные понятия процесса парообразования. Насыщенный водяной пар, перегретый пар (степень сухости и степень влажности пара).
3. Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.
4. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
5. Энтропия. PV- и TS- диаграммы.
6. Понятие об уравнение Вулкаловича-Новикова и Боголюбова-Майера.
7. Влажный воздух. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Свойства влажного воздуха.
8. Термодинамика потока.
9. Истечение и дросселирование газов и паров.
10. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах.
11. Скорость истечения. Скорость звука. Критическая скорость и критические параметры при истечении через сопло.
12. Принципиальная схема и цикл паротурбинной установки (ПТУ) на насыщенном водяном паре (цикл Карно).
13. Практическая целесообразность использования цикла ПТУ на перегретом водяном паре и сжатии рабочего тела в жидкой фазе (цикл Ренкина).
14. Идеальный цикл паротурбинной установки и ее КПД.
15. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки. Влияние начальных параметров и конечного давления на тепловую экономичность ПТУ.
16. Промежуточный перегрев пара и его влияние на экономичность ПТУ.
17. Регенеративные циклы ПТУ при постоянном количестве работающего тела и при отборах пара на регенерацию.
18. КПД регенеративного цикла ПТУ.
19. Удельные расходы пара и теплоты в ПТУ.
20. Термодинамические основы теплофикации.
21. Особенности циклов атомных электростанций с паровым, газовым и другими рабочими телами.
22. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).
23. Цикл и индикаторная диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
24. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении.
25. Цикл со смешанным подводом теплоты.
26. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.
27. Принципиальная схема и цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. ГТУ с замкнутым и разомкнутым процессами.
28. КПД идеальной ГТУ.
29. Методы повышения тепловой экономичности ГТУ.
30. Циклы ГТУ с регенерацией.
31. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и многоступенчатым подводом теплоты в ГТУ.
32. Комбинированные парогазовые циклы (ПГУ). ПГУ с КУ, с ВПГ, с НПГ, полузависимые.
33. Сравнение достоинств и недостатков паровых и газовых циклов.
34. Задача повышения КПД теплоэнергетических установок.
35. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент.

36. Коэффициент трансформации теплоты. Схема и цикл воздушной холодильной установки.
37. Термодинамические свойства рабочих тел парокompрессионных трансформаторов теплоты.
38. Схема, цикл и холодильный коэффициент парокompрессионной холодильной установки.
39. Схема и принцип работы абсорбционной холодильной установки.
40. Принцип действия теплового насоса.
41. Термодинамическое сравнение эффективности теплового насоса и теплофикации.
42. Методы ожижения газов.

7.1.2 Примерный тест ко второй рубежной аттестации

I. Абсолютная влажность характеризует:

- а) массу водяного пара, которая содержится в 1 м^3 влажного воздуха;
- б) массу воды, которая содержится в 1 м^2 влажного воздуха;
- в) массу водяного пара в граммах, приходящегося на 1 кг абсолютно сухого воздуха;
- г) массу насыщенного водяного пара над объемом воды в 1 м^3

II. Относительная влажность выражается уравнением:

$$1. p \cdot v = R \cdot T ; \quad 2. \varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} ; \quad 3. \varphi_{t < 100^{\circ}\text{C}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} \cong \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{н}}} ;$$

$$4. d = 1000 \cdot \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{в}}} \quad 5. I = h_{\text{в}} + h_{\text{п}} \cdot \frac{d}{1000} \quad 6. d = 622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_{\text{н}}}{B \cdot 10^2 - \varphi \cdot p_{\text{н}}}$$

III. Дифференциальное уравнение первого закона термодинамики при движении 1 кг газа по каналу (через сопло) имеет вид:

$$1. \Delta q = dU + Pdv \quad 2. dq = du + dl' + \frac{d\omega^2}{2}$$

$$3. q_{\text{внеш}} = h_2 - h_1 + l_{\text{мех}} + \left(\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \right) \quad 4. l_0 = \frac{W_0^2}{2} = - \int_{p_1}^{p_2} v \cdot dp = h_1 - h_2$$

IV. Скорость газа на выходе из суживающего сопла определяется по уравнению

$$1. W_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot P_1 \cdot v_1 \cdot \left(1 - \beta^{\frac{k-1}{k}} \right)} \quad 2. C_{\text{кр}} = \sqrt{2kRT_{\text{кр}}} \quad 3. C_{\text{кр}} = \sqrt{2 \frac{P_2 - P_1}{\rho}}$$

V. Соплом называется:

1. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока возрастает;
2. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока снижается;
3. Канал, в котором скорость газа уменьшается, а давление возрастает;

VI. Теплопроводность – это процесс переноса теплоты (обмен внутренней энергией):

1. От тела к телу; 2. Внутри тела; 3. В металлах и диэлектриках
- 4 Структурными частицами вещества – молекулами, атомами, электронами в сплошной среде при наличии градиента температур.

VII. В каких телах процесс теплопроводности обусловлен диффузией молекул и атомов?

1. В жидкостях; 2. В металлах; 3. В газах 4. В диэлектриках

VIII. Укажите закон Фурье:

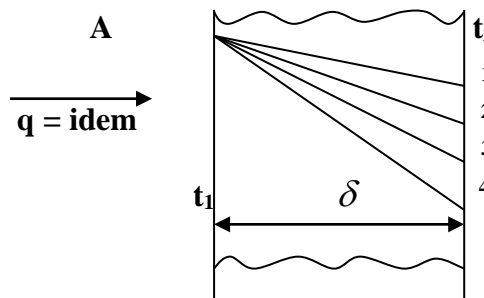
1. $Q = \kappa H \Delta t$; 2. $q = \lambda \frac{\partial t}{\partial n}$; 3. $\delta Q_{\tau} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dH d\tau$; 4. $Q = \alpha(t_c - t_{жс})H$

IX. Закон Био – Фурье формулируют так:

1. Вектор удельного теплового потока прямо пропорционален градиенту температуры;
2. При постоянном давлении и неизменной массе газа объем газа изменяется прямо пропорционально изменению абсолютных температур;
3. Излучательная способность абсолютно черного тела прямо пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры.
4. При постоянной температуре вектор теплового потока и линии теплового потока ортогональны к изотермическим поверхностям

X. В каком случае градиент температуры наибольший?

1. А – 1
2. А – 2
3. А – 3
4. А – 4



XI. Что называется температурным полем?

1. Значение температур в разное время
2. Совокупность температур (ее значений) во всех точках изучаемого пространства для каждого момента времени
3. Значение температур тела
4. Совокупность температур (ее значений) во всех точках тела

XII. Какой пар называется насыщенным?

1. Пар, находящийся над поверхностью жидкости
2. Пар, находящийся в термическом и динамическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется.
3. Пар, содержащий мельчайшие частицы жидкой фазы
4. Пар, не содержащий жидкости

Карточка (вторая рубежная аттестация)

1. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
2. Что называется коэффициентом полезного действия?
3. Найти точку росы для воздуха, имеющего:
 - а) температуру 40 °С и относительной влажности 70 %;
 - б) температуру 50 °С и относительной влажности 20 %;
 - в) температуру 40 °С и относительной влажности 5 %.

Вопросы к зачету

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Равновесные и неравновесные системы.
3. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
4. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
5. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.
8. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
9. Выражение объемных долей компонентов смеси. Парциальный объем смеси. Закон Амага. Определение удельного объема смеси.
10. Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
11. Газовая постоянная. Формулы определения.
12. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
13. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
14. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
16. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
17. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
18. Второй закон термодинамики.
19. Цикл Карно. Термический КПД.
20. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный) метод исследования процессов.
21. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства.
22. Основные понятия процесса парообразования. Насыщенный водяной пар, перегретый пар (степень сухости и степень влажности пара).
23. Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.
24. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
25. Энтропия. PV- и TS- диаграммы.

26. Влажный воздух. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Свойства влажного воздуха.

Образец карточки к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<u>Техническая термодинамика и теплотехника</u>
	Семестр - 3
Группа	<u>ЗМСС-19</u>
Карточка № 1 (к зачету по дисциплине)	
1.	Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
2.	Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
3.	Цикл Карно. Термический КПД.
4.	Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	
2019 г.	

4 семестр

7.2.1 Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
2. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
3. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
4. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
6. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
7. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей.
8. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
9. Условия однозначности или краевые условия теплопроводности.
10. Теплопроводность при стационарных условиях.
11. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
12. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.
13. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.

14. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
15. Полное термическое сопротивление теплопередачи.
16. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
17. Критический диаметр цилиндрической стенки.
18. Передача теплоты через шаровую стенку.
19. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках.
20. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.
21. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки.
22. Коэффициент теплопередачи.
23. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.
24. Закон Ньютона—Рихмана для теплопередачи.
25. Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности.
26. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.
27. Дифференциальное уравнение и его решение.
28. Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи.
29. Теплопередача через ребристую плоскую стенку.
30. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины.
31. Пористое охлаждение пластины.
32. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня.
33. Перенос теплоты по стержню (ребру).
34. Тепловой поток с поверхности стержня (ребра).
35. Теплопроводность цилиндрической стенки.
36. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции.
37. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.

КАРТОЧКА (первая рубежная аттестация)

1. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня.
2. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.
3. Полное термическое сопротивление теплопередачи.
4. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.

7.2.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности.
2. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
3. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел.
4. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения.
5. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров.
6. Приближенные методы решения задач теплопроводности.
7. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий
8. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел.
9. Контактное термическое сопротивление.

10. Нестационарный процесс теплопроводности.
11. Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана.
12. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
13. Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности.
14. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
15. Условия прилипания.
16. Уравнение теплоотдачи. Гидродинамический пограничный слой.
17. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.
18. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
19. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта.
20. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа.
21. Число Эйлера. Число Прандтля.
22. Условия подобия физических процессов. Метод размерностей.
23. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
24. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
25. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности.
26. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции.
27. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.
28. Теплообмен при конденсации паров.
29. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
30. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое.
31. Аппроксимация профиля температуры.
32. Переход ламинарного течения в турбулентное.
33. Термическое сопротивление теплоотдачи.
34. Теплоотдача при вынужденном движении в трубах
35. Особенности движения и теплообмена в трубах.
36. Участок гидродинамической и тепловой стабилизации
37. Средний коэффициент теплоотдачи трубы.
38. Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный.
39. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.
40. Лучистый теплообмен.
41. Основные понятия и определения лучистого теплообмена.
42. Уравнение теплового баланса. Абсолютно черное тело.
43. Эффективное излучение. Закон Стефана — Больцмана.
44. Постоянная Стефана — Больцмана. Степень черноты тела.
45. Закон Стефана — Больцмана для реального тела.

КАРТОЧКА (вторая рубежная аттестация)

1. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности.
2. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.
3. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
4. Эффективное излучение. Закон Стефана — Больцмана.

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

1. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение). Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
3. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка. Многослойная стенка.
4. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
5. Условия однозначности или краевые условия теплопроводности. Теплопроводность при стационарных условиях.
6. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.
7. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
8. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку. Полное термическое сопротивление теплопередачи.
9. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Критический диаметр цилиндрической стенки.
10. Передача теплоты через шаровую стенку.
11. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках.
12. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Закон Ньютона—Рихмана для теплопередачи.
13. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
14. Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности.
15. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Дифференциальное уравнение и его решение
16. Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача через ребристую плоскую стенку.
17. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины.
18. Пористое охлаждение пластины. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня.
19. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра).
20. Теплопроводность цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
21. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения.
22. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров.
23. Приближенные методы решения задач теплопроводности.
24. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий
25. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел.
26. Контактное термическое сопротивление.

- 27.. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
28. Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности.
29. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
30. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
31. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа.
32. Число Эйлера. Число Прандтля.
33. Условия подобия физических процессов. Метод размерностей.
34. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции.
35. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое.
36. Особенности движения и теплообмена в трубах.
37. Теплоотдача при вынужденном движении в трубах.
38. Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный.
39. Основные понятия и определения лучистого теплообмена.
40. Уравнение теплового баланса. Абсолютно черное тело.
41. Эффективное излучение. Закон Стефана — Больцмана.
42. Постоянная Стефана — Больцмана. Степень черноты тела.
43. Закон Стефана — Больцмана для реального тела.

Образец экзаменационного билета по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<u>Техническая термодинамика и теплотехника</u>
	Семестр - 4
Группа	<u>ЗМСС-19</u>
БИЛЕТ № 1	
1.	Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
2.	Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта.
3.	Уравнение теплового баланса лучистого теплообмена. Абсолютно черное тело.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	
2019 г.	

7.4 Текущий контроль

Вопросы к практическим занятиям

№ п/п	Вопросы
----------	---------

1	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле.
2	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей.
3	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
4	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
5	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
6	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.
7	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
8	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
9	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.
10	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1.	Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хащенко А.А., Калиниченко М.Ю., Вислогузов А.Н.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75606.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Лабораторный практикум по термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богданов С.Н., Клёцкий А.В., Митропов В.В., Пятаков Г.Л., Федоров В.Н., Филаткин В.Н., Цветков О.Б.ред. Цветков О.Б., Митропов В.В. .— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2016.— 89 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67246.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 226 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63139.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	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»
5.	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»

6.	Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Александров А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55891.html .— ЭБС «IPRbooks»
7.	Никитин В.А.Лекции по теплотехнике [Электронный ресурс]: конспект лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 532 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21604.html .— ЭБС «IPRbooks»
8.	Дерюгин В.В. Теплообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 244 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/74378.html .— ЭБС «IPRbooks»
	б) дополнительная литература
1.	Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22626.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Цветков О.Б. Термодинамика. Теплообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной теплообмен [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А., Ширяев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 64 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68191.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Лабораторный практикум по термодинамике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богданов С.Н., Клёцкий А.В., Митропов В.В., Пятаков Г.Л., Федоров В.Н., Филаткин В.Н., Цветков О.Б.ред. Цветков О.Б., Митропов В.В. .— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2016.— 89 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67246.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 226 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63139.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Александров А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55891.html .— ЭБС «IPRbooks»
6.	Трубаев П.А. Термодинамический и эксергетический анализ в теплотехнологии [Электронный ресурс]: монография/ Трубаев П.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Инфра-Инженерия, 2019.— 228 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/86652.html .— ЭБС «IPRbooks»
7.	Глухов В.С. Основы гидравлики и теплотехники: Раздел 1. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Глухов В.С., Дикой А.А., Дикая И.В.— Электрон. текстовые данные.— Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2019.— 252 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/82446.html .— ЭБС «IPRbooks»

8.	Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания // Термодинамические параметры и процессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНИ.- 2005, 44 с.
9.	Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Второй закон термодинамики. Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНИ.-2005, 18 с.
10.	Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ.- 2005, 25 с.
11.	Исаев Х.А., Ельмурзаев А.А. Методические указания //Тепловой расчет парогенератора.- ГГНИ, - 2010, 21 с.

в) программное и коммуникационное обеспечение

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника».
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов.

Интернет ресурс - www.gstou.ru, электронные библиотечные системы (ЭБС): «IPRbooks», «Консультант студента», «Ibooks», «Лань».

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 1 Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.
2. Лаборатории теплотехники и теплоэнергетики

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Техническая термодинамика (наличие оборудования и ТСО)

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 лабораторных работ)
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	Комплект плакатов 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 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 1,5x1,5 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
5	Энергосбережение и ее роль в жизни общества (52 слайдов);
6	Мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению (20 слайдов);
7	Особенности реализации программ энергосбережения и энергетической эффективности для бюджетных организаций (9 слайдов);
8	Энергобалансы ТЭР их состояние и классификация (11 слайдов);
9	Расчетный анализ энергетических потоков и балансов (11 слайдов)

Составитель:

Старший преподаватель кафедры
«Теплотехника и гидравлика»



/ А.А. Ельмурзаев /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей каф.
«Теплотехника и гидравлика»


/ Р.А.-В. Турлуев /

Директор ДУМР


/ М.А. Магомаева /