



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«ТЕПЛОТЕХНИКА»**

**Направление подготовки**

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

**Профиль**

«Оборудование нефтегазопереработки»

«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

«Машины и аппараты пищевых производств»

**Квалификация**

Бакалавр

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Теплотехника» является освоение основных законов термодинамики, изучение термодинамических процессов обратимых и необратимых стационарных и нестационарных. Основные термодинамические процессы в идеальных газах. Освоение основных закономерностей течения газа в соплах и диффузорах. Изучение термодинамических циклов различных процессов и систем 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 установок и отдельных химических реакторах. Освоение основных законов теплофизики 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 установок, отдельных зданиях и сооружениях. Ознакомление студентов с основными проблемами теплотехники и тепломассообмена, с теплофизическими процессами и подготовить студентов к изучению спецкурсов, расчету проектов и выполнению индивидуального практикума.

**Задачей изучения** курса является подготовка высококвалифицированного специалиста, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, строительства зданий и сооружений представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования. В задачи изучения дисциплины входит также: овладение студентами аналитических методов решения задач теплопроводности при различных граничных условиях, теорией подобия и ее использованием для описания процессов конвективного теплопереноса, методами расчета сложного теплообмена, в том числе при изменении агрегатного состояния вещества; ознакомление с устройством и процессами, происходящими в сверхтеплопроводных теплопередающих устройствах - тепловых трубах, теплообменными аппаратами, их расчетом, теплообменом в различного рода реакторах. В лекционном курсе, на практических занятиях и лабораторном практикуме много внимания уделяется физическим аспектам теории теплообмена, рассматриваются важные и интересные прикладные теплофизические задачи.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «Теплотехника» относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла в учебном плане ОП направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и предусмотрена для изучения в пятом семестре. В теоретико-методологическом и практическом направлении она тесно связана со следующими дисциплинами учебного плана: Математика, Физика, Информатика, Основы конструирования машин и аппаратов ПП, Процессы и аппараты пищевых производств, Вибрация в машинах, Теория технологического потока, Диагностика разрушений, Динамика пищевых машин Холодильная техника, Проектирование технологических линий и оборудования и др.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде (ОПК-4);
- способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-5);

- умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению (ПК-9);
- способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12);
- умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин (ПК-15);
- умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий (ПК-16).

В результате освоения дисциплины «Теплотехника» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**знать:**

- основные термодинамические процессы, происходящие в газах, парах и их смесях;
- основные законы термодинамики, принципы получения и использование теплоты; 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 и оборудования;
- основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли;
- основные законы преобразования энергии и тепломассообмена;
- теорию теплообмена (теплопередачи, теплоотдачи); основы составления тепловых балансов;
- пути интенсификации теплопередачи.

**уметь:**

- рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в энерготехнологическом оборудовании;
- применять основные законы и уравнения термодинамики для выполнения технических расчетов;
- уметь пользоваться термодинамическими схемами, диаграммами, графиками и таблицами теплофизических свойств веществ и газов проводить термодинамический анализ процессов;
- определять термодинамическую эффективность циклов теплосиловых установок;
- обрабатывать результаты измерения и производить расчеты процессов теплообмена;
- применять уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии, рациональные системы охлаждения и термостатирования оборудования, применяемого в отрасли.

**владеть:**

- основными закономерностями течения газа в соплах и диффузорах;
- методами расчета тепловых режимов систем и оборудования;
- методами термодинамического анализа энергохимико-технологических систем;
- методами составления энергетических, эксергетических и тепловых балансов;
- аналитической теорией теплопроводности;
- методами расчета процессов теплопередачи и теплоотдачи;
- условиями однозначности или краевыми условиями процесса теплопроводности.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего		Семестры		
	часов/зач.ед.		5	6	
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>45/1,2</b>	<b>12/0,33</b>	<b>45/1,2</b>	<b>12/0,33</b>	
В том числе:					
Лекции	15/0,9	6/0,17	15/0,9	6/0,17	
Практические занятия	30/0,8	6/0,17	30/0,8	6/0,17	
Семинары					
Лабораторные работы					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>63/1,7</b>	<b>96/2,7</b>	<b>63/1,7</b>	<b>96/2,7</b>	
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР	21/0,6	24/0,7	21/0,6	24/0,7	
Рефераты					
Доклады					
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к практическим занятиям	18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0	
Подготовка к зачету	24/0,7	36/1,0	24/0,7	36/1,0	
Подготовка к экзамену					
<b>Вид отчетности</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>Всего в часах</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>Всего в зач. единицах</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ 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	Основные понятия и положения термодинамики.	1	1			2	1	3	2
2	Теплота и теплоёмкость газа. Внутренняя энергия. Работа.								
3	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Энтропия.								
4	Второй закон термодинамики. Круговые процессы.	1	1			2	1	3	2
5	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах	1							
6	Дифференциальные уравнения термодинамики.	1							
7	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.	1							
8	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	1	1			2	1	3	2
9	Холодильные машины и компрессора. Циклы теплосиловых установок.	1							
10	Теплообмен.	1	1			2	1	3	2
11	Теплопроводность.								
12	Контактный теплообмен.								
13	Конвективный теплообмен	1	1			2	1	3	2
14	Теплоотдача.	1							
15	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен.	1							
16	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.	1	1			2	1	3	2
17	Теплоэнергетические установки и промышленная энергетика.	1							
18	Котельные установки. Паровые и газовые турбины. Основы энерготехнологии.	1							
	<b>ИТОГО:</b>	<b>15</b>	<b>6</b>			<b>30</b>	<b>6</b>	<b>45</b>	<b>12</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
----------	------------------------------------	--------------------

1	2	3
1	Основные понятия и положения термодинамики.	Предмет технической термодинамики. Понятие рабочего тела. Величины, определяющие состояние газов их основные параметры. Термодинамическая система и термодинамические параметры состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Идеальные газы и их основные законы. Основное уравнение кинетической теории газов. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Смеси идеальных газов.
2	Теплота и теплоёмкость газа. Внутренняя энергия. Работа.	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении. Зависимости теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость газовых смесей. Определение внутренней энергии. Работа расширения.
3	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Энтропия.	Сущность первого закона термодинамики и его аналитическое выражение. Энтальпия. Энтропия. PV- и TS-диаграммы.
4	Второй закон термодинамики. Круговые процессы.	Изменение состояния газов. Сущность второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Цикл Карно. Регенеративный цикл. Эксергия.
5	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах	Основные термодинамические процессы в газах парах и смесях. Общие методы исследования. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы.
6	Дифференциальные уравнения термодинамики.	Дифференциальные уравнения внутренней энергии, энтропии, энтальпии и теплоты при различных комбинациях независимых переменных P, V, T. Дифференциальные уравнения теплоемкости рабочих тел.
7	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах. Основные характеристики влажного воздуха. Понятие об уравнение Вулкаловича-Новикова и Боголюбова-Майера. Влажосодержание, абсолютная и относительная влажность. H-d диаграмма влажного воздуха.
8	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью h-s диаграмм. Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона. Термодинамический анализ процессов в компрессорах классификация и принцип действия компрессоров. Эксергия потока рабочего тела.
1	2	3

9	Холодильные машины и компрессора. Циклы теплосиловых установок.	Термодинамическая эффективность циклов. Идеальные циклы. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Сравнительный анализ термодинамических циклов. Циклы газотурбинных и паротурбинных установок. Циклы Карно и Ренкина для насыщенного пара Регенеративные циклы. Холодильные и криогенные установки. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов. Классификация холодильных установок.
10	Теплообмен.	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Способы передачи теплоты. Сложный теплообмен. Качественные характеристики переноса теплоты.
11	Теплопроводность.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при пограничных условиях 1 рода Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
12	Контактный теплообмен.	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
13	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. Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
14	Теплоотдача.	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
15	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен.	Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Основы массообмена
1	2	3

16	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.	Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета.
17	Теплоэнергетические установки и промышленная энергетика.	Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив. Проблемы экономии.
18	Котельные установки. Паровые и газовые турбины. Основы энерготехнологии.	Паровой котел и его основные элементы. Поверхность нагрева парового котла. Тепловой баланс котла. КПД котла. Технологическая схема котельной установки. Применение теплоты в отрасли. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы. Основы энерготехнологий.

**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 Лабораторные занятия (не предусмотрены)

### 5.4 Практические (семинарские) занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Энтропия.	Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач
2	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.	Определение параметров влажного воздуха
3	Теплопроводность.	Исследование процесса истечения из суживающегося сопла
4	Конвективный теплообмен	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)
5	Теплоотдача.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)
6		Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе

**Практические (лабораторные) занятия** проводятся с использованием необходимых технических и информационных материалов: подготовленные в виде таблиц, графиков, схем, принципиальных технологических схем и т.д. Студентам передается материал на электронном носителе. Материалы передаются студентам на кафедре или в библиотеке в электронном виде. На лабораторных занятиях материалы предоставляются методическим пособием, в котором изложены теоретические аспекты изучаемой темы, представлены схема установки необходимые графики расчетные формулы. Лабораторная работа выполняется на специализированных сертифицированных стендах, а также на основе разработанной компьютерной программы в виртуальной форме.



## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

**Самостоятельная работа** включает подготовку к практическим занятиям, контрольным работам, выполнение расчетного задания ИТР в письменной форме, подготовку к зачету или экзамену.

Самостоятельная работа выполняется также в виде реферата, доклада или презентации студентом по ниже представленным темам. Впоследствии студенты представляют для защиты свои работы, в процессе оценивания происходит обсуждение работы, а также блиц опрос студента.

При этом исполнитель может выбрать тему из предложенной тематики. В отдельных случаях тема может быть избрана студентом вне тематического списка рефератов.

При подготовке реферата студенту предварительно следует подобрать различные литературные, периодические, нормативные и другие источники и материалы, систематизируя и обобщая при этом нужную информацию по теме.

### Вопросы для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Идеальные газы и их основные законы. Основное уравнение кинетической теории газов. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Смеси идеальных газов.
2	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении
3	Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров.
4	Холодильные и криогенные установки. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов. Классификация холодильных установок
5	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена.
6	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление.
7	Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
8	Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
9	Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.
10	Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив. Проблемы экономии.
11	Основы массообмена
12	Применение теплоты в отрасли. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы. Основы энерготехнологии.

### 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 обеспечение для самостоятельной работы:**

1. 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»
2. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хашченко А.А., Калининченко М.Ю., Вислогозов А.Н.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75606.html>.— ЭБС «IPRbooks»

#### **Дополнительная литература:**

3. 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»
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. 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»
6. Мракин А.Н. Расчет теплоэнергетических установок промышленных предприятий [Электронный ресурс]: практикум/ Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 24 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76510.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **7. Оценочные средства**

## **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.

### **Билет № 1 к первой рубежной аттестации (Техническая теплотехника)**

<b><u>I Аттестация Дисциплина «Теплотехника»</u></b>	
<b>Билет № 1</b>	
1.	Понятие термодинамической системы. Изолированная и неизолированные термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния
2.	Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). Манометрическое давление. Приборы для измерения давления.
3.	Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
4.	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
Зав. кафедрой	
«Теплотехника и гидравлика», доцент	
Р.А-В. Турлуев	

## **7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства.
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. Влажный воздух. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Свойства влажного воздуха.
7. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
8. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
9. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
10. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
11. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
12. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
13. Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров.
14. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
15. Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
16. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
17. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
18. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
19. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
20. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
21. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
22. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смесительные теплообменники. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.
23. Холодильные и теплонасосные установки.

<b>Билет №9</b>	
<i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика» ГГНТУ</i>	
<b><u>II аттестация</u></b>	
<b><u>Дисциплина «Теплотехника»</u></b>	
1	Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
2	Теория подобия. Безразмерные параметры теории подобия. Критерий Прандтля (основная формула, характеристика, что выражает).
3	Основной закон теплопроводности. В чем его сущность? Контактный теплообмен. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление.
4	Уравнение тепловой проводимостью стенки. Тепловое или термическое

	сопротивлением стенки и его уравнение.
	<b>Задача 1.</b> Сосуд емкостью $V = 15 \text{ м}^3$ заполнен 25 кг углекислоты. Определить абсолютное давление в сосуде, если температура в нем $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ .
	<b>Задача 2.</b> Какой объем занимает 2 кг азота при температуре $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $0,4 \text{ Мн} / \text{м}^2$ ?
	Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »

### 7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Теплотехника»

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. Основные понятия процесса парообразования. Насыщенный водяной пар, перегретый пар (степень сухости и степень влажности пара).
22. Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.
23. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
24. Энтропия. PV- и TS- диаграммы.
25. Влажный воздух. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Свойства влажного воздуха.
26. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
27. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.

28. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
29. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
30. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
31. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
32. Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров.
33. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
34. Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
35. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
36. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
37. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
38. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
39. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
40. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
41. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смесительные теплообменники. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.
42. Холодильные и теплонасосные установки.

### Образец билета к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<b>Теплотехника</b>
<b>Билет № 1</b>	
<b>1.</b>	Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
<b>2.</b>	Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.
<b>3.</b>	Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
<b>4.</b>	Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	

### 7.4 Текущий контроль

## Практическая работа № 1

«Первый закон термодинамики в приложении к  
видам технических задач».

решению одного из

**1. Цель работы.** Определение с помощью уравнения первого закона термодинамики количества теплоты, отдаваемого в окружающую среду в условиях лабораторной установки.

### 2. Контрольные вопросы.

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?
- Свойства внутренней энергии и расчетные формулы.

## Практическая работа №2

### «Определение параметров влажного воздуха»

**1. Цель работы.** Изучение термодинамических свойств влажного воздуха и процессов изменения параметров влажного воздуха.

### 2. Контрольные вопросы.

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.

### **Практическая работа № 3**

#### **«Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло»**

**1. Цель работы.** Исследование зависимости массового расхода воздуха через суживающееся сопло от отношения давления за соплом к давлению перед соплом.

#### **2. Контрольные вопросы.**

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  $\beta$  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  $\varphi_s$ , потери энергии  $\zeta_s$  и полезного действия канала  $\eta_k$ ?  
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?

### **Практическая работа №4**

#### **«Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)»**

**1. Цель работы.** Освоение одного из методов определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя) и закрепление знаний по теории теплопроводности.

**2. Контрольные вопросы.**

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?

## **Практическая работа №5**

### **«Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)»**

**1. Цель работы.** Определение экспериментальным путем на лабораторной установке коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве. Изучение методики обработки опытных данных с применением теории подобия и составления критериального уравнения по результатам эксперимента.

**2. Контрольные вопросы.**

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 замеряется 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. 7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
8. 8. . Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
9. 9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
10. 10. . Что такое критерий подобия?
11. 11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
12. 12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
13. 13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
14. 14. Как определяется коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  из критериального уравнения? Что характеризуют критерии  $Nu$ ,  $Gr$ ,  $Pr$ ?

## **Практическая работа № 6**

### **«Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе»**

**1. Цель работы.** Изучение процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтальном трубопроводе. Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и сравнение их с вычисленными по критериальным уравнениям.

#### **2. Контрольные вопросы.**

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?

## Формы контроля

1. Текущий контроль (включает в себя выступления и доклады на семинарах, а также выполнение практических письменных заданий и решение задач в ходе семинарского занятия, цель которых - формирование у студента практических навыков).

2. Для текущего контроля успеваемости используются тесты, контрольные опросы и работы, оценки по контрольным неделям. Наиболее успевающим студентам предлагается примерная тематика рефератов по основным разделам дисциплин, желательна по тематике бакалаврских работ. Оценка за выполненный реферат, полученная в результате собеседования, является одной из главных составляющих оценки на зачете и экзамене.

Промежуточный контроль (состоит в подготовке, РГР или ИТР по усвоению материала, при отсутствии в учебном плане РГР, выдается облегченный вариант (по сравнению с РГР) домашнего задания - ИТР, а также реферат (с подготовкой презентации 12-15 стр. слайдов и их защита).

3. Итоговый контроль (самостоятельной работы), складывается из суммарного результата балльной оценки письменных проверочных работ, (баллы выставляются в соответствии с регламентом) и работы на практических занятиях (выступления, доклады, участие в обсуждениях и деловых играх), защита РГР, ИТР или реферата, включающий в себя собеседование по теоретическим вопросам.

### Критерии оценки знаний студентов на зачете

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и расчетно-графической работы, систематическая активная работа на лабораторных занятиях.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

### Критерии оценки знаний студента на экзамене

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в

формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература**

1. 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»
2. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хащенко А.А., Калининченко М.Ю., Вислогузов А.Н.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75606.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., Слободина Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2015.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58098.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. Мракин А.Н. Расчет теплоэнергетических установок промышленных предприятий [Электронный ресурс]: практикум/ Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 24 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76510.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Николаев Ю.Е. Теплофикация и тепловые сети [Электронный ресурс]: практикум/ Николаев Ю.Е., Вдовенко И.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76520.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Дополнительная литература:**

7. 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»
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»
9. Тепловые установки и основы теплотехники [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Н.П. Кудеярова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017.— 95 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80525.html>.— ЭБС «IPRbooks»
10. 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.
11. Исаев Х.А., Ельмурзаев А.А. Методические указания //Тепловой расчет парогенератора.- ГГНИ - 2002, 21 с.

12. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Второй закон термодинамики. Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНИ -2005, 18 с.
13. Турлуев Р.А-В., Мадаева М.З. Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ - 2005, 25 с.

**в) программное и коммуникационное обеспечение**

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

г). *Интернет ресурс* - [www.gstou.ru](http://www.gstou.ru) электронная библиотека ЭБС «IPRbooks», «Консультант студента»

**Интернет-ресурсы**

1.	<a href="http://thermophysics.ru/modules.php?name=PagesAd&amp;pa...pid...">thermophysics.ru&gt;modules.php?name=PagesAd&amp;pa...pid...</a>
2.	<a href="http://book-pdf.org/physics/file6014.html">book-pdf.org&gt;physics/file6014.html</a>
3.	<a href="http://fondknig.com/main...termodinamika_i_teploperedacha...">fondknig.com&gt;main...termodinamika_i_teploperedacha...</a>
4.	<a href="http://eknigi.org/nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>
5.	<a href="http://msmakarov.narod.ru/html/cthem.html">msmakarov.narod.ru&gt;html/cthem.html</a>
6.	<a href="http://teplotexnika.ucoz.ru/load/1">teplotexnika.ucoz.ru&gt;load/1</a>
7.	<a href="http://techliter.ru/...lekcii/termodinamika...teploperedacha...">techliter.ru&gt;...lekcii/termodinamika...teploperedacha...</a>
8.	<a href="http://termopower.ru/tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...">termopower.ru&gt;tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...</a>
9.	<a href="http://booksgid.com/...tekhnicheskaja-termodinamika-i.html">booksgid.com&gt;...tekhnicheskaja-termodinamika-i.html</a>
10.	<a href="http://eknigi.org/nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

**Теплотехника (наличие оборудования и ТСО)**

1	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ) <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплопередача при конвекции и обдуве стержня (<i>Реальная</i>)</li> <li>2. Теплопередача при конвекции и обдуве радиатора (<i>Реальная</i>)</li> <li>3. Теплопередача при конвекции и обдуве шара (<i>Реальная</i>)</li> <li>4. Теплопередача при конвекции и обдуве пластины (<i>Реальная</i>)</li> </ol>
2	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы) <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование трубчатого теплообменника (<i>Реальная</i>)</li> <li>2. Исследование пластинчатого теплообменника (<i>Реальная</i>)</li> </ol>
3	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабор. работ) <p><b>ВЛР №1.</b> Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач;</p> <p><b>ВЛР №2.</b> Определение параметров влажного воздуха;</p> <p><b>ВЛР №3.</b> Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло;</p> <p><b>ВЛР №4.</b> Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала;</p> <p><b>ВЛР №5.</b> Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции;</p> <p><b>ВЛР №6.</b> Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе.</p>
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	<b>Комплект плакатов</b> 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	<b>Электронные плакаты</b> 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.)
	<b>Презентации:</b>
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 (9слайдов);
8	Энергобалансы ТЭР их состояние и классификация (11 слайдов);
9	Расчетный анализ энергетических потоков и балансов (11 слайдов)

**Составитель:**

Доцент кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»

 \_\_\_\_\_ /М.З. Мадаева /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

 \_\_\_\_\_ / Р.А-В. Турлуев /

Зав. выпускающей кафедрой «ТМО»

 \_\_\_\_\_ / А.А. Эльмурзаев/

Директор ДУМР

 \_\_\_\_\_ / М.А. Магомаева/