

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Термодинамика**

Код модуля
1153820

Модуль
Теплотехника

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Толмачев Евгений Михайлович	доктор технических наук, доцент	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Толмачев Евгений Михайлович, Профессор, теплоэнергетики и теплотехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Термодинамика

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Коллоквиум	2
		Домашняя работа	2
		Графическая работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Термодинамика

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p> <p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p>	<p>Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p> <p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в</p>	<p>Графическая работа Домашняя работа № 1 Коллоквиум № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Экзамен</p>

<p>развития природы, человека и общества</p>	<p>формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>	
<p>ПК-4 -Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p>	<p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации З-7 - Описать методы термодинамического расчета и анализа циклов тепловых двигателей и энергоустановок П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p>	<p>Графическая работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>У-6 - Решать задачи, связанные с термодинамическим расчетом рабочих тел тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>У-7 - Анализировать термодинамическую эффективность циклов и экономическую эффективность тепловых двигателей и энергоустановок в зависимости от их конструктивных характеристик и режимных параметров</p>	
<p>ПК-13 -Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания</p>	<p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p> <p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>З-7 - Описать методы термодинамического расчета и анализа циклов тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p> <p>У-6 - Решать задачи, связанные с термодинамическим расчетом рабочих тел тепловых двигателей и энергоустановок</p> <p>У-7 - Анализировать термодинамическую эффективность циклов и экономическую эффективность тепловых двигателей и энергоустановок в зависимости</p>	<p>Графическая работа Коллоквиум № 2 Коллоквиум №1 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	от их конструктивных характеристик и режимных параметров	
ПК-12 -Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах	<p>З-2 - Сделать обзор законов термодинамики, гидродинамики и тепломассообмена и случаев их применения</p> <p>З-3 - Привести примеры состояния вещества и процессов, приводящих к изменению состояния вещества</p> <p>П-2 - Определить параметры рабочего тела в заданной точке цикла по диаграммам или таблицам состояния</p> <p>П-3 - Определить термодинамический КПД цикла по диаграмме рабочего процесса</p> <p>У-1 - Описать графически и аналитически термодинамический процесс рабочего тела</p> <p>У-2 - Объяснить принцип построения и расчета термодинамического цикла на диаграмме состояния вещества</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов</p>	Графическая работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум № 1</i>	5	25
<i>коллоквиум № 2</i>	7	25
<i>контрольная работа № 1</i>	3	25
<i>контрольная работа № 2</i>	4	25

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>графические работы</i>	15	35
<i>домашняя работа № 1</i>	6	25
<i>домашняя работа № 2</i>	9	25
<i>работа на практических занятиях</i>	18	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие и работа на лабораторных занятиях</i>	7	20
<i>Составление отчета по лабораторным работам</i>	6	40
<i>Защита отчетов по лабораторным работам</i>	7	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)			
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания	
		Традиционная характеристика уровня	Качественная характеристика уровня

1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Термическое уравнение состояния. Идеальный газ. Смеси идеальных газов.
2. Первое начало термодинамики.
3. Термодинамические процессы идеальных газов.
4. Второе начало термодинамики.
5. Термодинамика фазовых переходов.
6. Термодинамика потока.
7. Компрессорные машины.
8. Поршневые двигатели внутреннего сгорания.
9. Циклы газотурбинных установок.
10. Циклы паросиловых установок.
11. Циклы холодильных машин и тепловых насосов.
12. Влажный воздух.
13. Эксергетический метод.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение газовой постоянной воздуха прямым методом.
2. Определение теплоёмкости воздуха при постоянном давлении методом проточного калориметра.
3. Определение показателя политропы процессов сжатия и расширения в циклах ДВС и компрессора графическим и аналитическим методами.
4. Определение показателя адиабаты воздуха методом Клемона–Дезорма.
5. Исследование зависимости давления насыщения водяного пара от температуры при низких давлениях.
6. Определение удельной теплоты парообразования воды калориметрическим методом.
7. Определение скорости звука и показателя адиабаты воздуха методом стоячей волны.
8. Исследование процесса сушки влажного материала при различных способах подвода теплоты.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Теплоёмкость смеси идеальных газов.

Примерные задания

Газовые законы. Термическое уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Процессы идеальных газов.

Примерные задания

Закон Дальтона. Парциальное давление. Приведённый объём. Способы задания смеси. Вычисление газовой постоянной, молекулярной массы и плотности смеси идеальных газов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум №1

Примерный перечень тем

1. Первое начало термодинамики.

Примерные задания

Вечный двигатель I рода. Работа. Теплота. Теплоёмкость. Внутренняя энергия. Математическая формулировка I начала термодинамики. Энтальпия.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Второе начало термодинамики.

Примерные задания

Источник теплоты. Тепловой двигатель. Рабочее тело. Термический КПД. Вечный двигатель II рода. Формулировки Томсона и Клаузиуса II начала термодинамики. Машина Карно. Цикл Карно. Энтропия. Математическая формулировка II начала термодинамики.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Термодинамика фазовых переходов.

2. Термодинамика потока.

Примерные задания

Задаются группы стандартных термодинамических процессов водяного пара (изобарического, изохорного, изотермического, адиабатического). Для них рассчитываются параметры в начале и в конце процессов и удельные количества теплоты, работы изменения объёма и полезной внешней работы. Процессы изображаются в диаграмме $T - s$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчёт циклов компрессорных машин и поршневых ДВС.

2. Термодинамический расчёт циклов паросиловых установок.

Примерные задания

Задаётся газ, параметры газа на входе в сопло, давление среды за соплом, скоростной коэффициент сопла и его минимальное сечение. Требуется выбрать тип сопла, рассчитать скорость истечения и площадь выходного сечения.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.7. Графическая работа

Примерный перечень тем

1. Графический анализ политропных процессов идеальных газов.

Примерные задания

Задаются замкнутые группы из трёх политропных процессов в одной из диаграмм ($p - v$ или $T - s$). Требуется перестроить эти группы процессов в диаграммы ($T - s$ или $p - v$) и произвести необходимые расчёты по заданным исходным данным.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Адиабатический процесс идеального газа как частный случай политропного процесса. Его расчёт, изображение в термодинамических диаграммах.

2. Внутренняя энергия. Вычисление внутренней энергии идеального газа.
 3. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона. Вечный двигатель второго рода.
 4. Выбор оптимального отношения давлений в компрессоре в цикле ГТУ $p = \text{const}$.
 5. Выбор типа сопла, следующий из анализа закона обращения геометрического воздействия.
 6. Вычисление газовой постоянной и молекулярной массы смеси идеальных газов.
 7. Вычисление параметров влажного пара. Степень сухости.
 8. Вычисление показателя адиабаты идеальных газов.
 9. Вычисление скорости истечения и массового расхода при адиабатическом течении газов и паров в каналах.
 10. Закон обращения геометрического воздействия (с выводом).
 11. Идеальный газ. Уравнение состояния идеальных газов (с выводом).
 12. Изобарный процесс водяного пара. Расчёт процесса. Изображение процесса в диаграммах $p-v$, $T-s$, $h-s$.
 13. Изобарный процесс идеального газа как частный случай политропного процесса.
 14. Изотермический процесс идеального газа как частный случай политропного процесса.
 15. Его расчёт. Изображение в диаграммах $p-v$ и $T-s$.
 16. Критическое отношение давлений при течении газов или паров в каналах. Скорость звука.
 17. Математическое выражение первого начала термодинамики.
 18. Первое начало термодинамики для потока. Сопло и диффузор.
 19. Первый закон термодинамики для потока. Одномерное приближение.
 20. Первый закон термодинамики для систем с переменной массой. Химический потенциал.
 21. Политропный процесс идеального газа. Определение. Уравнение политропного процесса в координатах $p-v$. Показатель политропы.
 22. Политропный процесс идеального газа. Уравнение политропного процесса в координатах $p-v$. Показатель политропы.
 23. Приближения, используемые при термодинамическом описании течения газов и паров в каналах.
 24. Простейшая схема паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Диаграмма $T-s$ цикла.
 25. Процесс дросселирования как предельный случай истечения с трением. Уравнение процесса адиабатического дросселирования.
 26. Работа и теплота. Вычисление количеств работы и теплоты в термодинамике.
 27. Регенеративный цикл ГТУ $p = \text{const}$. Полнота (степень) регенерации. Схема установки.
 28. Расчёт цикла, вычисление его термического КПД.
 29. Скорость истечения и массовый расход газа. Критическое отношение давлений.
 30. Соотношения между параметрами в политропном процессе идеального газа.
- Формула Майера
31. Теплофикационный цикл Ренкина с противодавлением. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.

32. Условия термодинамического равновесия двухфазной системы. Правило фаз Гиббса.
33. Цикл Ренкина с отбором пара на регенерацию. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.
34. Формулировки Томсона и Клаузиуса II начала термодинамики. Вечный двигатель второго рода.
35. Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с регенерацией тепла. Расчёт его термического КПД.
36. Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с многоступенчатым сжатием в компрессоре и расширением в турбине. Его расчёт, вычисление термического КПД.
37. Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с учётом потерь в компрессоре и в турбине. Относительные внутренние КПД компрессора и турбины. Расчет термического КПД цикла.
38. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно. Теоремы Карно.
39. Цикл Ренкина с отбором пара на теплофикацию. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.
40. Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.
41. Число Маха. Анализ закона обращения геометрического воздействия. Суживающееся сопло и сопло Лавала.
42. Энтальпия термодинамической системы. Полезная внешняя работа. Работа проталкивания.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-1	Д-1	Лабораторные занятия Лекции