

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Техническая термодинамика

**Код модуля**  
1156179

**Модуль**  
Основы термодинамики, гидравлики и  
теплотехники

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Нейская Светлана Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Нейская Светлана Анатольевна, Доцент, теплоэнергетики и теплотехники

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Техническая термодинамика

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	9	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовая работа	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	5
		Домашняя работа	3

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Техническая 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-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Курсовая работа Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия Экзамен

<p>ПК-2 -Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий</p>	<p>З-9 - Описывать термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках  П-10 - Выполнять расчет тепловой схемы атомной станции  П-6 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретического и экспериментального исследования процессов, протекающих в оборудовании объектов использования атомной энергии  П-9 - Выполнять термодинамические расчеты процессов, протекающих в тепловых машинах, параметров их работы и тепловой эффективности  У-10 - Выбирать методы теоретического и экспериментального исследования с учетом специфики поставленной задачи  У-6 - Анализировать термодинамические циклы тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации коэффициента полезного действия, используя методы технической термодинамики  У-8 - Выбирать справочные данные для решения задач, в том числе в цифровой среде</p>	<p>Домашняя работа № 3  Контрольная работа № 4  Контрольная работа № 5  Курсовая работа  Лабораторные занятия  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
--	--	--

### **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>контрольная работа № 1</i>	4,3	30
<i>контрольная работа № 2</i>	4,6	30
<i>контрольная работа № 3</i>	4,16	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 1</i>	4,7	30
<i>домашняя работа № 2</i>	4,10	30
<i>домашняя работа № 3</i>	4,13	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 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– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа № 4</i>	5,6	50
<i>контрольная работа № 5</i>	5,15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>0.4</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.5</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	5,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено</b>
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
выполнение расчетной части	5,8	80
выполнение графической части	5,16	20
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.5</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.5</b>		

## 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).

## 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. Введение. Основные понятия термодинамики
2. Основные законы термодинамики
3. Основные термодинамические процессы
4. Термодинамика потока
5. Термодинамика систем с переменным числом частиц
6. Влажный воздух
7. Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов
8. Газовые циклы



9. Циклы паротурбинных установок
  10. Обратные циклы
  11. Эксергия термодинамических систем
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение теплоёмкости воздуха при постоянном давлении
  2. Определение показателя адиабаты воздуха методом Клемона – Дезорма
  3. Определение скорости звука в газах и показателя адиабаты методом стоячей волны
  4. Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного водяного пара при низких давлениях
  5. Определение удельной теплоты парообразования воды
- 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

Примерные задания

По трубопроводу течет газ, объемным расходом 20 м<sup>3</sup>/мин при температуре 15° С и давлении 10 бар. Найти расход этого газа при нормальных физических условиях.

В баллоне объемом 1 м<sup>3</sup> находится кислород под давлением 50 бар и при температуре 27° С. Какая масса кислорода была израсходована из баллона, если давление в нем упало до 25 бар, а температура до 17° С.

Имеются два баллона, заполненные водородом. В первом баллоне, объемом 50 л, абсолютное давление 5 ат и температура 77° С. Во втором баллоне, объемом 100 л, абсолютное давление 1 ат и температура 27° С. После соединения баллонов устанавливается температура 61°С. Определить давление после соединения баллонов.

Определить теплоту, необходимую для нагрева смеси газов массой 5 кг при постоянном давлении от температуры 40° С до температуры 800° С, если смесь газов имеет следующий массовый состав: 20 % – азот N<sub>2</sub>; 80 % – углекислый газ CO<sub>2</sub>. При расчетах:

- 1) учесть зависимость теплоемкости от температуры;
- 2) теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$  вычислить методами молекулярно–кинетической теории.

Сравнить полученные результаты, определив относительную погрешность вычисления тепла.

Найти значение мольной изобарной теплоемкости этого газа в интервале температур от 600 К до 900 К.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

Примерные задания

1 кг воздуха сжимается по политропе с показателем  $n$  от давления 1 бар до давления 5 бар. Начальная температура воздуха  $227^\circ\text{C}$ .

Найти параметры воздуха ( $p, v, T$ ) в начале и в конце процесса, удельные теплоту, работу изменения объема и внешнюю полезную работу, удельное изменение термодинамических функций состояния – внутренней энергии, энтальпии, энтропии. Изобразить процесс в диа-граммах  $p-v$  и  $T-s$ . Теплоемкости воздуха считать постоянными

Каким значениям показателя политропы соответствуют процессы с отрицательной теплоемкостью?

Трехатомный газ, занимающий при давлении 2 бара и температуре  $40^\circ\text{C}$  объем 2 м<sup>3</sup>, сжат до объема 0,5 м<sup>3</sup>, давление при этом стало равным 11 бар. Определить показатель политропы процесса сжатия, а также конечную температуру газа, теплоту и работу процесса.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

Примерные задания

К соплам газовой турбины подводятся продукты сгорания с параметрами  $p_1 = 10$  бар и  $t_1 = 600$  оС. Давление за соплами  $p_0 = 1,2$  бар. Расход газа через одно сопло 0,4 кг/с. Определить тип сопла и его геометрические размеры (диаметры выходного отверстия и горловины сопла). Считать, что рабочее тело обладает свойствами воздуха

Воздух с начальным давлением  $p_1 = 15$  бар и температурой  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  истекает через суживающееся сопло  $d = 12$  мм в среду с давлением  $p_0 = 2$  бара. Определить действительные скорость истечения и секундный расход воздуха через сопло, если скоростной коэффициент сопла  $\varphi = 0,8$ .

В цикле ДВС с подводом тепла при постоянной объеме начальное давление рабочего тела  $p_1 = 0,1$  МПа и начальная температура  $t_1 = 20$  оС. Степень сжатия  $\epsilon = 6$ . Степень повышения давления  $\lambda = 2,5$ . Найти параметры рабочего тела в характерных точках цикла, полезную работу цикла и термический КПД.

Найти параметры в характерных точках цикла и термический КПД цикла ГТУ с подводом тепла при  $p = \text{const}$ , если параметры воздуха на входе в компрессор  $p_1 = 1,05$  бар и  $t_1 = 17$  о С, степень повышения давления в компрессоре  $\beta = 6$ . Максимальная температура газов в цикле  $t_3 = 750$  о С.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

Примерные задания

Воздушная холодильная установка имеет холодопроизводительность  $Q_x = 100$  МДж/ч. Параметры воздуха на входе в компрессор (см. рис.):  $p_1 = 1$  бар и  $t_1 = -5$  оС. После сжатия воздух имеет давление  $p_2 = 5$  бар. Температура воздуха после охладителя  $t_3 = 22$

о С. Определить параметры воздуха в характерных точках цикла, удельную холодопроизводительность установ-ки, затраченную в цикле работу, холодильный коэффициент, расход воздуха, мощности привода компрессора и детандера.

Парокомпрессорная холодильная установка работает с использованием фреона R-22. В компрессоре холодильной установки сжимается влажный пар. Температура рабочего тела в испарителе холодильной камере  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура конденсации пара в охладителе  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Холодопроизводительность установки  $Q_x = 100\text{ кВт}$ .

Определить параметры и функции рабочего тела в характерных точках цикла, воспользовавшись диаграммой ( $\lg p-h$ ) для фреона R-22. Найти удельную холодопроизводительность установки; теплоту, отдаваемую окружающей среде; затраченную в цикле работу; холодильный коэффициент установки; расход холодильного агента и мощность привода компрессора

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Контрольная работа № 5

Примерный перечень тем

#### 1. Эксергия

Примерные задания

Вычислить эксергию азота, находящегося в 50-литровом баллоне под давлением 40 бар при температуре окружающей среды  $20^{\circ}\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Давление окружающей среды 0,95 бар.

Азот

можно считать идеальным газом, а его теплоемкость определять по классической теории.

Вычислить эксергетическую мощность потока воздуха из сопла Лавалея с диаметром выходного сечения 20 мм, если давление воздуха перед соплом 6 бар, температура  $150^{\circ}\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Воздух вытекает в окружающую среду с давлением 1 бар и температурой  $10^{\circ}\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Воздух можно считать идеальным газом, а его теплоемкость определять по классической теории. Процесс истечения адиабатный.

Дымовые газы в поверхностном теплообменном аппарате охлаждаются от  $300$  до  $100^{\circ}\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Расход воздуха  $3000\text{ м}^3/\text{час}$  при нормальных физических условиях. Средняя удельная теплоемкость дымовых газов при постоянном давлении в интервале температур  $100 - 300^{\circ}\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна  $1,14\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ . Определить эксергетическую мощность передаваемого теплового потока. Потерями теплоты пренебречь. Процесс охлаждения считать изобарным.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.6. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

#### 1. Политропный процесс идеального газа

Примерные задания

Вычислить количество теплоты  $Q$ , необходимое для нагрева заданной смеси газов в интервале температур

с учётом зависимости теплоёмкости от температуры.

Во всех вариантах задач этого раздела задаётся замкнутая группа (цикл) из трёх или четырёх процессов для того или иного газа, который следует считать идеальным с теплоёмкостями  $c_v$  и  $c_p$ , вычисляемыми методами молекулярно-кинетической теории.

В ходе решения задач необходимо перестроить заданную группу процессов из одной диаграммы в другую (из  $p - v$  в  $T - s$  или из  $T - s$  в  $p - v$ ), указать знаки теплоты, работы и

изменения внутренней энергии для каждого из процессов и провести численные расчёты, указанные в задании.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.7. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Истечения газа из сопла

Примерные задания

Идеальный газ с параметрами  $p_1, t_1$  поступает в сопло, через которое он вытекает в среду с давлением  $p_0$ .

Исходные данные взять из табл. 1.

Выбрать тип сопла (суживающееся или сопло Лавалья), обеспечивающего полное расширение потока до давления среды  $p_0$

и дать его принципиальную схему (продольный разрез).

Изобразить процесс течения газа в сопле в диаграмме  $T - s$  (без масштаба).

Определить теоретические значения скорости истечения и расхода воздуха, вытекающего из воздухопровода через отверстие диаметром 5 мм в атмосферу.

Избыточное давление

в воздухопроводе  $0,2 \cdot 10^5$  Па, температура  $20$  °С. Барометрическое давление  $758$  мм рт. ст.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.8. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Процессы нагрева и сушки влажного воздуха

Примерные задания

Относительная влажность воздуха в зерносушилке увеличивается с  $5\%$  до  $85\%$ .

Воздух на входе в сушилку нагрет до температуры  $85$  оС.

С какой температурой воздух выходит из сушилки? Какое количество влажного воздуха необходимо для испарения  $20$  кг влаги?

Изобразить процесс на диаграмме  $h-d$ .

В воздухоохладитель поступает  $100$  кг/ч воздуха с температурой  $80$  оС и относительной влажностью  $20\%$ . Определить часовое количество сконденсировавшейся влаги, если температура на выходе из охладителя  $30$  оС.

Изобразить процесс на диаграмме  $h-d$ .

Для сушки древесины используется влажный воздух с температурой  $90$  оС и относительной влажностью  $5\%$ . Определить расход влажного воздуха, если

относительная влажность на выходе из сушильной камеры 80 %, а количество испаренной влаги 10 кг/ч.

Изобразить процесс на диаграмме h-d.

Сухой термометр на входе в воздухоохладитель показывает температуру 60 оС, мокрый 30 оС. Температура воздуха на выходе из охладителя 5 оС. В час конденсируется 5 кг влаги.

Определить расход влажного воздуха, поступающего в воздухоохладитель и его относительную влажность.

Изобразить процесс на диаграмме h-d.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Термодинамическая система. Параметры состояния и уравнение состояния. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа
2. Теплоемкость. Факторы, влияющие на теплоемкость. Классическая и квантовая теории теплоемкости
3. Работа и теплота. Вычисление количеств работы и теплоты в термодинамике
4. Первое начало термодинамики. Математическое выражение первого начала термодинамики
5. Внутренняя энергия. Вычисление внутренней энергии идеального газа
6. Энтальпия термодинамической системы. Полезная внешняя работа
7. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона. Вечный двигатель второго рода
8. Закон Джоуля. Соотношение Майера
9. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса в координатах  $p-v$ . Показатель политропы. Политропный процесс идеального газа
10. Частные случаи политропного процесса. Расчёт, изображение на термодинамических диаграммах адиабатического, изотермического, изобарного и изохорного процессов идеального газа
11. Термодинамика потока. Основные законы термодинамики для потока. Скорость звука. Число Маха. Термодинамика геометрического сопла. Дросселирование
12. Прямые и обратные термодинамические циклы. I и II законы термодинамики для цикла. Термический КПД цикла. Среднеинтегральные температуры подвода и отвода теплоты
13. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно. Теоремы Карно. Регенерация теплоты, обобщенный цикл Карно
14. Циклы ДВС с изобарным и изохорным подводом теплоты. Расчёт термического КПД. Графическое сравнение циклов
15. Термодинамический анализ работы компрессора. Выбор оптимального отношения давлений в многоступенчатом компрессоре

16. Цикл ГТУ  $p=\text{const}$ . Расчёт его термического КПД. Цикл ГТУ  $p=\text{const}$  с учётом потерь в компрессоре и в турбине. Относительные внутренние КПД компрессора и турбины. Расчет термического КПД цикла. Цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием и расширением
17. Первый закон термодинамики для систем с переменной массой. Химический потенциал. Фазовая диаграмма  $p-t$
18. Условия термодинамического равновесия двухфазной системы. Правило фаз Гиббса
19. Вычисление параметров влажного пара. Степень сухости
20. Изобарный процесс водяного пара. Расчёт процесса. Изображение процесса в диаграммах  $p-v$ ,  $T-s$ ,  $h-s$
21. Простейшая схема паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Диаграмма  $T-s$  цикла
22. Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах  $T-s$  и  $h-s$
23. Цикл Ренкина с отбором пара на регенерацию. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах  $T-s$  и  $h-s$
24. Теплофикационный цикл Ренкина с противодавлением. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах  $T-s$  и  $h-s$
25. Цикл Ренкина с отбором пара на теплофикацию. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах  $T-s$  и  $h-s$ .
26. Бинарный и парогазовый циклы
27. Учет необратимых потерь в цикле Ренкина. Система КПД
28. Циклы воздушной и парокompрессорной холодильных установок. Холодильный коэффициент
29. Тепловые насосы и трансформаторы теплоты. Отопительный коэффициент и коэффициент трансформации теплоты
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3.2. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Термодинамический расчет цикла паротурбинной установки.
2. Термодинамический расчет цикла газотурбинной установки.

### 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 формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2	П-9	Домашняя работа № 3 Контрольная работа № 4 Контрольная работа № 5 Курсовая работа Лабораторные

					занятия Практические/сем инарские занятия Экзамен
--	--	--	--	--	--