

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Термодинамика**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Джураева Е.В.
	Идентификатор	R930396c8-DzhuraevaEV-8c9904a

Е.В. Джураева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Демонстрирует понимание основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-1 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Лабораторная работа №1-4 (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа)

4. Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа)

5. Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок" (Контрольная работа)

6. Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок" (Контрольная работа)

7. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание)

8. Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды" (Домашнее задание)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	10	12

Основные законы термодинамики и общие закономерности				
Основные определения и термины	+			
Первый закон термодинамики	+			
Второй закон термодинамики	+			
Дифференциальные уравнения термодинамики	+			
Процессы идеального газа				
Законы и уравнения идеального газа		+	+	
Смеси газов		+		
Свойства и процессы реального газа				
Термодинамические свойства реального газа				+
Термодинамические процессы реального газа.				+
Термические уравнения состояния реального газа.				+
Вес КМ:	15	20	35	30

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	4	8	10	12	13
Процессы в потоке вещества						
Расчет сопл	+					+
Процессы в диффузоре	+					
Дросселирование	+					
Термодинамические циклы паротурбинных установок						
Паротурбинные установки			+			+
Промежуточный перегрев пара в циклах ПТУ на перегретом паре			+			
Регенерация в циклах ПТУ			+			
Сепарация пара в циклах ПТУ на насыщенном паре			+	+		
Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ)			+			
Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок						

Цикл простой газотурбинной установки				+	
Цикл газотурбинной установки с регенерацией				+	
Теплофикационный цикл газотурбинной установки				+	
Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом-утилизатором				+	
Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания				+	
Обратные термодинамические циклы холодильных и теплонасосных установок					
Обратные термодинамические циклы холодильных установок				+	
Термодинамические циклы теплонасосных установок				+	
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1ПК-1 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	Знать: способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа основные законы термодинамики и условия их применения методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа Уметь: самостоятельно анализировать термодинамические процессы и циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи рассчитывать	Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов» (Контрольная работа) Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа» (Контрольная работа) Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом » (Домашнее задание) Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара» (Контрольная работа) Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля» (Контрольная работа) Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок" (Контрольная работа) Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды" (Домашнее задание) Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок" (Контрольная работа) Лабораторная работа №1-4 (Тестирование)

		произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность рассчитывать термодинамические циклы ПТУ рассчитывать термодинамические циклы паротурбинных, газотурбинных, холодильных и теплонасосных установок экспериментально определять термодинамические характеристики процессов идеального газа, влажного воздуха, воды и водяного пара	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

5 семестр

КМ-1. Контрольная работа №1 «Расчет термодинамических свойств бинарной смеси идеальных газов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Раздается каждому студенту свой вариант контрольной работы, в которой содержится 2 задачи. При выполнении контрольной работы разрешается пользоваться только калькулятором и справочными таблицами для идеального газа.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о смесях идеальных газов, расчета парциальных давлений и объемов идеальных газов, а также расчета термодинамических свойств смесей идеальных газов.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные законы термодинамики и условия их применения	1.1.Смесь состоит из 0,5 кг кислорода и 0,2 кг двуокиси углерода. Определить удельный объем и удельную энтальпию смеси, если ее температура 104 0F, а давление 1,02 кгс/см ² . 2.В смеси азота и NO ₂ парциальное давление азота равно 0,2 МПа. Определить мольную долю NO ₂ и удельную изохорную теплоемкость смеси (по молекулярно- кинетической теории), если полное давление смеси 5 бар.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Контрольная работа №2 «Расчет термодинамических процессов идеального газа»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Раздается каждому студенту свой вариант контрольной работы, в которой содержится 2 задачи. При выполнении контрольной работы разрешается пользоваться только калькулятором и справочными таблицами для идеального газа.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических процессах идеальных газов, построения p, v и T, s - диаграмм.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа	1.1. 2,2 кг воздуха с начальной температурой $t_1 = 12^\circ\text{C}$ и давлением $p_1 = 0,5$ МПа сжимается политропно до давления $p_2 = 0,75$ МПа. Показатель политропы $n = 1,12$. Определить изменение его внутренней энергии, затраченную работу и количество отведенной теплоты, а также удельный объем газа в конечном состоянии. 2. СО при температуре $t_1 = 22^\circ\text{C}$ занимает объем 0,18 м ³ . Определить конечную температуру и количество теплоты, которую нужно затратить при постоянном объеме для того, чтобы начальное давление СО $p_1 = 0,15$ МПа повысилось до $p_2 = 0,35$ МПа.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Расчетное задание №1 «Расчет произвольного термодинамического цикла, состоящего из пяти различных процессов, совершаемых идеальным газом »

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание со сроком исполнения 4 недели. По истечению срока студент должен сдать преподавателю полностью оформленное задание на листах форматом А4 с подробным расчетом каждого процесса и оформленными в масштабе диаграммами

Краткое содержание задания:

В качестве расчетного задания предлагается выполнить расчет термодинамического цикла, совершаемого идеальным газом и состоящего из пяти процессов – изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного и политропного процессов. Особенностью расчета процессов идеального газа в курсе Термодинамика, в отличие от расчета аналогичных процессов, изучаемых в курсе физики, является использование специальной методики, позволяющей учитывать зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Такая методика обеспечивает точный (инженерный) расчет процессов и циклов идеального газа. При этом расчеты выполняются с помощью специальных таблиц, содержащих значения удельной внутренней энергии, энтальпии и энтропии, рассчитанных с учетом зависимости теплоемкости от температуры

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать произвольные термодинамические циклы идеального газа и оценивать их эффективность	1. Цикл состоит из следующих процессов: 1-2 $n = \text{const}$ 2-3 $v = \text{const}$ 3-4 $s = \text{const}$ 4-5 $t = \text{const}$ 5-1 $p = \text{const}$ Рабочее тело - двуокись углерода. Для расчета цикла заданы следующие величины: $P_1 = 0,8$ бар, $t_1 = 10^\circ\text{C}$, $P_2 = 3,5$ бар, $p_3 = 4,4$ бар, $t_4 = 630^\circ\text{C}$. Показатель политропы процесса $n = 2,4$. Рассчитать: 1) параметры (p, v, T) в каждой точке цикла и функции состояния (u, h, s); 2) теплоту, работу расширения, изменение внутренней энергии, энтальпии и энтропии для каждого процесса. Рассчитать это же за весь цикл; 3) термический коэффициент полезного действия цикла. Газ считать идеальным, его теплоемкость – зависящей от температуры, процессы – обратимыми. Представить две сводные таблицы: первая – параметров и функций состояния для каждой точки цикла, и вторая – для теплоты, работы, ΔU, Δh, Δs и $T_{\text{ср}}$ для всех процессов. Представить цикл в масштабе в p-v и T-s диаграммах. Для вычерчивания цикла при необходимости рассчитать несколько промежуточных точек. Считать, что $s = 0$ при $T_0 = 273,15$ К и $p_0 = 0,1$ МПа.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Контрольная работа №3 «Определение термодинамических свойств и расчет процессов воды и водяного пара»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в течение пары в аудитории. При написании контрольной работы можно пользоваться калькулятором и таблицами свойств воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических свойствах и процессах воды и водяного пара, построения диаграмм p,v -, T,s -, p,T - и h,s - диаграмм.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: способы определения свойств и методы расчета термодинамических процессов реального газа	1.1. Заданы параметры : $P=110$ бар, $t= 300$ °C. Определить состояние и найти v,h,s,u; показать это состояние на p,v-, p, T- и T, s- диаграммах. 2. $P=200$ бар, $s= 4,35$ кДж/кг·К . Определить состояние и найти удельный объем; показать это состояние на p,v-, p, T- и T, s- диаграммах. 3. Состояние задано параметрами: $t = 274$ °C, $s = 4,024$ кДж/(кг·К). Определить это состояние, найти давление, удельный объем и удельную энтальпию. Показать это состояние в p,v-, p,T- и T,s- диаграммах. 4. Начальное состояние пара : $P_1 = 5$ бар, $X_1 = 0.9$. Пар расширяется изотермически до давления 0.5 бар. Найти t, q, l, u. Представить процесс в p,v, Ts, hs и pt – диаграммах.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

6 семестр

КМ-5. Контрольная работа №4 «Расчет процессов в суживающихся соплах и соплах Лаваля»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа Ривкина и воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о суживающихся соплах и соплах Лаваля, определение режима истечения, скорости пара (газа) на выходе их сопла, выходного сечения сопла.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета обратимых и необратимых процессов в потоке идеального и реального газа	1. 1. Водяной пар при давлении 2 МПа и температуре 450 С поступает к соплу Лаваля. Давление среды за соплом 0,3 МПа. Определить скорость пара на выходе из сопла и расход пара, если площадь минимального сечения сопла 75 мм. 2. Воздух при давлении 1МПа и температуре 500 С поступает со скоростью 140 м/с к суживающимся соплам. Давление среды за соплами 0,2 МПа. Определить расход воздуха и его температуру на выходе из сопла. Площадь выходного сечения сопла 130 мм² . Скоростной коэффициент сопла $\varphi=0,93$. Изобразить процесс в диаграммах h,s и T,s.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Контрольная работа №5 "Расчет термодинамических циклов паротурбинных установок"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических циклах паротурбинных установок, расчет цикла ПТУ и его изображение в p,v - и T,s -диаграммах.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать термодинамические циклы ПТУ	1. Рассчитать внутренний КПД цикла АЭС с сепаратором- пароперегревателем (СПП). Дано: $p_1 = 5$ МПа, давление в СПП 1 МПа, в конденсаторе 3 кПа, температура промежуточного перегрева на 23,9 С меньше, чем t_1 , $\eta_{чвдо1} = \eta_{чндо1} = 1$. Определить паропроизводительность парогенератора, мощность ЧВД и ЧНД, если суммарная мощность турбин 500 МВт. Работой насосов пренебречь. Представить цикл АЭС в T,s - диаграмме и процессы в турбинах в h,s - диаграмме.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. Расчетное задание №2 "Расчет термодинамического цикла АЭС - цикла паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды"

Формы реализации: Письменная работа

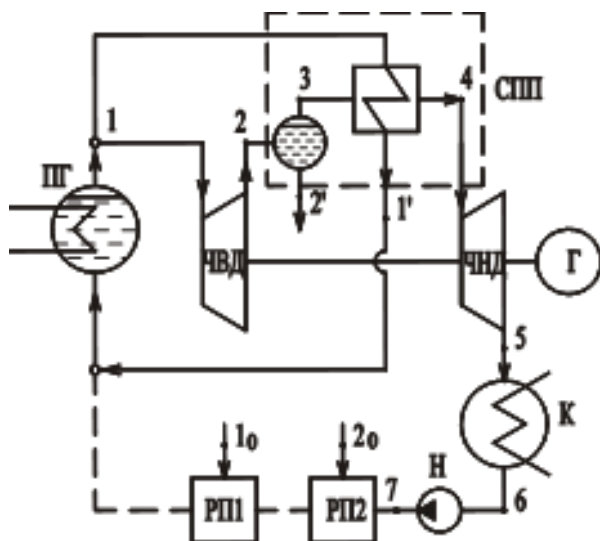
Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание со сроком исполнения 4 недели. По истечению срока студент должен сдать преподавателю полностью оформленное задание на листах форматом А4 с подробным расчетом каждого процесса и оформленными в масштабе диаграммами

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамическом цикле АЭС - цикле паротурбинной установки на насыщенном паре с сепаратором - пароперегревателем (СПП) и двумя регенеративными подогревателями питательной воды. Студентам предлагается дорисовать схему АЭС с СПП и 2 регенеративными подогревателями тип которых индивидуален в каждом задании. Требуется рассчитать давление 2 отбора исходя из условия постоянства изменения энтропии или изменения температуры в подогревателях.



Контрольные вопросы/задания:

Уметь: самостоятельно анализировать термодинамические процессы и	1. На рисунке изображена незавершенная схема паротурбинной установки с двумя регенеративными подогревателями: РП1- подогреватель
--	--

циклы, методы их расчета и применять их для решения поставленной задачи	смешивающего типа, РП2-подогреватель . смешивающего типа. Дано: $p_1 = 5,8 \text{ МПа}$, $p_{спп} = 0,30 \text{ МПа}$, $x_1 = x_3 = 1$, $t_1 - t_4 = 23,4 \text{ }^\circ\text{C}$, $p_{1o} = 0,35 \text{ МПа}$, p_{2o} выбирается из условия $DT \text{ воды} = \text{const}$, $p_5 = p_6 =$ $3,5 \text{ кПа}$, $o_{1чвд} = 0,84$, $o_{1чнд} = 0,85$, $o_{1н} = 0,72$, $m_{ex} =$ $0,98$, $z = 0,98$, $сн = 0,92$. Считать, что в регенеративных подогревателях смешивающего типа вода нагревается до температуры конденсата греющего пара, а в подогревателях поверхностного типа недогрев воды равен $Dt = 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Требуется: 1. Изобразить принципиальную схему установки. 2. Определить параметры (p, T, h, s, x) воды и водяного пара во всех характерных точках цикла и представить их в табличной форме. 3. Рассчитать внутренний КПД цикла, удельный расход пара и условного топлива. 4. Представить цикл в T, s – диаграмме (в масштабе) и процессы в ЧВД, ЧНД и СПП в h, s – диаграмме (эскизно). Для вычерчивания кривых в T, s – диаграмме при необходимости рассчитать параметры дополнительных точек.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-8. Контрольная работа №6 "Расчет термодинамических циклов газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в аудитории и рассчитана на одну пару. Студенты могут пользоваться калькулятором и таблицами термодинамических свойств идеального газа Ривкина и воды и водяного пара Александрова А.А.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на освоение знаний о термодинамических циклах газотурбинных, парогазовых установок, холодильных и теплонасосных установок, построение диаграмм, расчет эффективности установок.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать термодинамические циклы паротурбинных, газотурбинных, холодильных и теплонасосных установок	1. 1. Определить мощность привода, количество теплоты, передаваемой в окружающую среду, расход хладагента – аммиака, холодильный коэффициент и эксергетический КПД парокомпрессионной холодильной установки холодопроизводительностью 250 кДж/с. Температура в холодильной камере равна -13°C, окружающей среды 20°C, внутренний относительный КПД компрессора 0,86. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами $4,9^{\circ}\text{C}$. Определить количество теплоты, отданной тепловому потребителю, и массовый расход рабочего тела – фреона R142b, отопительный коэффициент и эксергетический КПД теплонасосной парокомпрессионной установки (ТНУ), мощность привода которой 8 кВт. Определить также теплоту, переданную фреону из окружающей среды за единицу времени. Температура теплоприёмника равна 50°C, а окружающей среды 3°C. Внутренний относительный КПД компрессора 0,87. Минимальная разность температур в теплообменниках между греющей и нагреваемой средами равна $5,9^{\circ}\text{C}$.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-9. Лабораторная работа №1-4

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: За определенное время студенту надо ответить на 5 вопросов - выбрать правильный ответ из предложенных. За каждый правильный ответ - студент получает 1 балл, если студент ответил со второй попытки, то получает 0,5 балла. Минимальный проходной балл для защиты тестирования - 3,5

Краткое содержание задания:

Программой курса предусмотрено выполнение 4-х лабораторных работ на стендах Лаборатории Технической термодинамики, выполненных "в железе". При дистанционном обучении используются виртуальные модели этих лабораторных работ. После выполнения лабораторной работы студент в течении двух недель выполняет необходимые расчеты и графические материалы. После проверки оформленного отчета при отсутствии замечаний студент допускается к защите. Тест к каждой лабораторной работе включает 5 вопросов и варианты ответов. Используются разные типы ответов: "один из многих", "несколько из многих", "расположить в порядке возрастания", "поле ввода" и др.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: экспериментально определять термодинамические характеристики процессов идеального газа, влажного воздуха, воды и водяного пара	1. Выберите тип сопла (суживающееся сопло или сопло Лавалья) для полного использования перепада давлений в трех случаях: а) $p_0 = 10$ бар, $p_{ср} = 6,5$ бар, б) $p_0 = 10$ бар, $p_{ср} = 5,46$ бар, в) $p_0 = 10$ бар, $p_{ср} = 2,5$ бар. ($p_0, p_{ср}$ - давления пара перед соплом и за ним; $\beta_{кр} = 0,546$). 1. а) суживающее, б) Лавалья, в) Лавалья 2. а) Лавалья, б) суживающее, в) суживающее 3. а) Лавалья, б) суживающее, в) Лавалья 4. а) суживающее, б) суживающее, в) Лавалья 5. а) Лавалья б) Лавалья, в) суживающее Ответ: 4 2. Состояние водяного пара (или воды) задано параметрами $p = 5,5$ МПа; $v = 0,025$ м³/кг. Определить это состояние, используя таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. 1. жидкость 2. кипящая жидкость 3. влажный пар 4. сухой насыщенный пар 5. перегретый пар Ответ: 1
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: 5 правильных ответов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: 4 правильных ответа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: 3 правильных ответа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: дано менее трех правильных ответов

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Первый закон термодинамики. Формулировки. Аналитические выражения первого закона термодинамики.
2. Уравнение Ван - дер - Ваальса. Изотермы Ван - дер - Ваальса в p, v - диаграмме. Правило Максвелла.
3. При изотермическом сжатии 1кг водяного пара его объем уменьшился в 5 раз. Определить теплоту и работу процесса, если в начальном состоянии $p_1 = 1$ МПа, $t_1 = 200^\circ\text{C}$. Представить процесс в p, v -, p, T -, T, s - и h, s - диаграммах.

Процедура проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устной форме. Студенту на подготовку к билету отводится время 60 мин. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины. Студент может пользоваться рабочей программой дисциплины, калькулятором и справочной литературой.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Вопросы, задания

- 1.Расчёт энтропии идеального газа. T, s – диаграмма идеального газа, изображение процессов в T, s – диаграмме.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Чему равна теплота, работа и изменение внутренней энергии в политропном процессе для идеального газа?

Ответы:

1. $Q = U_2 - U_1$, $L = 0$, $U_2 - U_1 = Q$ 2. $Q = H_2 - H_1$, $L = p(V_2 - V_1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$ 3. $Q = mRT_1 \ln(v_2/v_1)$, $L = mRT_2 \ln(p_1/p_2)$, $U_2 - U_1 = 0$ 4. $Q = 0$, $L = U_1 - U_2$, $U_2 - U_1 = -L$ 5. $Q = C_n(T_2 - T_1)$, $L = R(T_1 - T_2)/(n - 1)$, $U_2 - U_1 = Q - L$

Верный ответ: 5

- 2.Чему равна плотность вещества, если масса 2 м³ этого вещества равна 5 кг?

Ответы:

1. 0,4; 2. 2,5; 3. 10.

Верный ответ: 2

- 3.Чему равен удельный объем газа, если его общий объем $V = 1$ м³, масса $m = 1,5$ кг?

Ответы:

1. 1,5; 2. 1,0; 3. 0,66

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Принципиальная схема и цикл АЭС с сепаратором – пароперегревателем (СПП). Схема и цикл в T,s - диаграмме, процессы в h,s - диаграмме, удельная работа и КПД цикла.
2. Параметры воздуха на входе в компрессор ГТУ-ТЭЦ $p = 0,11$ МПа и $t = -18^\circ\text{C}$, давление в камере сгорания $0,7$ МПа, температура газа перед газовой турбиной 800°C , КПД компрессора $0,85$, турбины $0,90$. Определить мощность и внутренний КПД ГТУ, коэффициент использования теплоты ГТУ-ТЭЦ и количество теплоты, отданной тепловому потребителю за 1 секунду, если расход газа 100кг/с , а КПД котла-утилизатора $0,82$. Представить цикл ГТУ-ТЭЦ в T,s - диаграмме.

Процедура проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в период экзаменационной сессии. Экзамен проводится в устной форме. Студенту на подготовку к

билету отводится время 60 мин. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины. Студент может пользоваться рабочей программой дисциплины, калькулятором и справочной литературой.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Вопросы, задания

1. Теплофикационные циклы ПТУ (циклы ПТУ-ТЭЦ): Идея теплофикационных циклов ПТУ. ТЭЦ с турбиной типа Р (турбина с противодавлением).

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие значения может принимать скорость газа w_2 в выходном сечении суживающегося сопла при течении с трением.

a – местная скорость звука.

Ответы:

1. Только $w_2 > a$ 2. Только $w_2 = a$ 3. Только $w_2 < a$ 4. Только $w_2 \geq a$ 5. Только $w_2 \leq a$

Верный ответ: 3

2. В камере сгорания газотурбинной установки (ГТУ) при сжигании топлива выделяется 80 МДж/с теплоты. С уходящими из газовой турбины газами теряется 50 МДж/с.

Определите КПД ГТУ. Ответ введите в процентах с точностью до 0,1%.

Ответы:

задача

Верный ответ: 37,5

3. Мощность газовой турбины газотурбинной установки (ГТУ) 30 МВт, а воздушного компрессора 14 МВт. С уходящими из газовой турбины газами теряется 34 МДж/с теплоты. Определите КПД ГТУ. Ответ введите в процентах с точностью до 0,1%.

Ответы:

задача

Верный ответ: 32

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.