

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» *марта* 2023г., протокол № 550

ФОНД

ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

«Техническая термодинамика»

Направление подготовки: 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ОПК-1 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-2 – Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов

ПК-17, Способен анализировать технологическую документацию с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции

Согласно Рабочему учебному плану специальности, в формировании данной компетенции участвуют дисциплины и виды практик:

ОПК-1 -

Химия

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа

Математический анализ

Дифференциальные уравнения. Теория рядов

Теория вероятностей. Математическая статистика

Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики)

Общая физика (Электричество и магнетизм)

Общая физика (Волны и оптика)

Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и физики атомного ядра)

Техническая термодинамика

Теоретическая механика

Тепломассообмен

Общая энергетика

Механика жидкости и газов

Электротехника и электроника

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-2 –

Химия

Техническая термодинамика

Теория переноса нейтронов

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Теплообменные аппараты и парогенераторы
Испытание и наладка энергетического оборудования
Экспериментальные методы исследований на АЭС
Учебная практика (ознакомительная)
Учебная практика (технологическая)
Производственная практика (эксплуатационная)
Производственная практика (преддипломная)
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-17

Начертательная геометрия и инженерная графика
Техническая термодинамика
Общая энергетика
Организация производства и менеджмент
Физика ядерных реакторов
Обеспечение радиационной безопасности
Основы профессиональной коммуникации на иностранном языке
Неразрушающие методы контроля оборудования АЭС
Принципы обеспечения безопасности АЭС
Культура безопасности
Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами
Эксплуатация АЭС
Эксплуатация турбомашин АЭС
Учебная практика (ознакомительная)
Учебная практика (технологическая)
Производственная практика (эксплуатационная)
Производственная практика (преддипломная)
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате освоения дисциплины студенты, для формирования данных компетенций студенты должны:

знать:

31-базовые законы естественнонаучных дисциплин;
32-основные математические законы;
33-основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости;
34-сущность основных химических законов и явлений;
35-методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

36-методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов;

37-технологическую документацию выпускаемой продукции.

уметь:

У1-выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

У2-проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды;

У3-анализировать технологическую документацию с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции.

владеть:

В1-математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности;

В2-навыками использования основных общефизических законов и принципов;

В3-методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки

соответствующих экспериментальных стендов;

В4-методами анализа технологической документации с целью повышения эффективности производства и обеспечения качества выпускаемой продукции.

Формами аттестации по дисциплине являются:

5 семестр – зачет с оценкой.

1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции по этапам их формирования:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
5 семестр				
1	Термодинамическая система. Термодинамические процессы с идеальным газом.	ОПК-1 ПК-2 ПК-17	ПР ЛР	Т
2	Водяные пары. Влажный воздух. Термодинамика газовых потоков	ОПК-1 ПК-2 ПК-17	ПР ЛР	Т

3	Циклы ДВС. Компрессоры	ОПК-1 ПК-2 ПК-17	ПР ИДЗ	Т
4	Циклы ПТУ. Циклы ГТУ. Холодильные циклы.	ОПК-1 ПК-2 ПК-17	ПР ИДЗ	Т

1.3. Основные показатели оценивания компетенций:

Соотнесение формируемых компетенций со знаниями, умениями и навыками приведено в следующей таблице:

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Техническая термодинамика» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)	
ОПК-1	31; 32; 33	У1	В1 В2	Т, ПР, ЛР, ИДЗ
ПК-2	34; 35; 36	У2	В3	Т, ПР, ЛР, ИДЗ
ПК-17	37	У3	В4	Т, ПР, ЛР, ИДЗ

Основные показатели оценивания знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, представлены в таблице:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели оценки результатов	Формируемые компетенции
31-базовые законы естественнонаучных дисциплин	Знает основные законы сохранения и превращения энергии, также термодинамические процессы идеального газа	ОПК-1
32-основные математические законы	Знает основные свойства теплоносителей (газ, вода, пар)	ОПК-1
33-основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости	Знает циклы тепловых двигателей, компрессоров, ГТУ и ПТУ	ОПК-1
У1-выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Умеет анализировать циклы тепловых машин	ОПК-1
В1-математическим аппаратом для	Владеет основами термодинамического анализа	ОПК-1

разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности	рабочих процессов в тепловых машинах	
В2-навыками использования основных общефизических законов и принципов	Владеет основами определения параметров работы в тепловых машинах, тепловой эффективности	ОПК-1

1.4. Перечень оценочных средств

Характеристика оценочных средств по дисциплине представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контроль лабораторной работы	Предполагает оформление отчетов по выполненным работам и ответы на вопросы по теме работы	Вопросы по темам работ
2	Контроль практической работы	Предполагает владение алгоритмом решения задач по пройденным темам	Задачи по пройденным темам
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Домашнее задание	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления.	Задачи по разделам дисциплины по вариантам

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине

Типовые контрольные задания представлены в соответствии с перечнем оценочных средств по дисциплине в следующей структуре:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- сами оценочные средства с выделением правильных ответов (для тестов и контрольных работ);
- критерии и шкалы оценивания.

2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Контроль знаний, необходимых для успешного изучения дисциплины, проводится по результатам итоговой аттестации ранее изученных дисциплин.

2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.2.1 Текущий контроль оценивается решением типовых задач на практических занятиях

В начале каждого практического занятия студентам указывается тема и объем расчетов, которые планируется выполнить. Алгоритм решения задач разбирается у доски с подробными комментариями к каждому шагу. Сложные задачи решаются у доски одним из студентов под руководством преподавателя. Преподаватель контролирует работу студентов, проверяет правильность решений задач и при необходимости вмешивается в процесс решения, задавая наводящие вопросы или указывая ошибки.

2 СЕМЕСТР

Раздел 1 Термодинамическая система. Термодинамические процессы с идеальным газом

1) 1 кг воздуха при температуре $t_1 = 30^\circ \text{C}$ и начальном давлении $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ сжимается изотермически до конечного давления $p_2 = 1 \text{ МПа}$. Определить конечный объем, затрачиваемую работу и количество теплоты, отводимой от газа.

Ответ: $v_2 = 0,087 \text{ м}^3/\text{кг}$; $l = -200 \text{ кДж/кг}$; $q = -200 \text{ кДж/кг}$

2) 1 кг воздуха при начальной температуре $t_1 = 30^\circ \text{C}$ и давлении $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ сжимается адиабатно до конечного давления $p_2 = 1 \text{ МПа}$. Определить конечный объем, конечную температуру и затрачиваемую работу.

Ответ: $v_2 = 0,168 \text{ м}^3/\text{кг}$; $l = -202 \text{ кДж/кг}$; $t_2 = 312^\circ \text{C}$

3) 1 кг воздуха при начальной температуре $t_1 = 15^\circ \text{C}$ и давлении $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ сжимается адиабатно до конечного давления $p_2 = 0,8 \text{ МПа}$. Определить конечный объем, конечную температуру и затрачиваемую работу.

Ответ: $v_2 = 0,187 \text{ м}^3/\text{кг}$; $l = -167,2 \text{ кДж/кг}$; $t_2 = 248^\circ \text{C}$

4) Адиабатным сжатием повысили температуру воздуха в двигателе так, что она стала равной температуре воспламенения нефти; объем при этом уменьшился в 14 раз. Определить конечную температуру и конечное давление воздуха, если $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ и $t_1 = 100^\circ \text{C}$.

Ответ: $p_2 = 4 \text{ МПа}$; $t_2 = 794^\circ \text{C}$.

5) Определить энтропию 1 кг кислорода при $p = 0,8 \text{ МПа}$ и $t = 250^\circ \text{C}$. Теплоемкость считать постоянной.

Ответ: $s = 0,0605 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$

6) 1 кг кислорода при температуре $t_1 = 127^\circ \text{C}$ расширяется до пятикратного объема; температура его при этом падает до $t_2 = 27^\circ \text{C}$. Определить изменение энтропии. Теплоемкость считать постоянной.

Ответ: $\Delta s = 2,2324 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$

7) Воздух в количестве 0,5 кг при давлении $p_1 = 0,5 \text{ МПа}$ и $t_1 = 30$ и $t_1 = 27^\circ \text{C}$ расширяется изотермически до пятикратного объема. Определить работу, совершаемую газом, конечное давление и количество теплоты, сообщаемой газу.

Ответ: $l = Q = 70 \text{ кДж/кг}$; $p_2 = 0,1 \text{ МПа}$

Раздел 2 Водяные пары. Влажный воздух. Термодинамика газовых потоков.

1) Воздух при давлении $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ и $t_1 = 15^\circ \text{C}$ вытекает из резервуара. Найти значение p_2 , при котором теоретическая скорость адиабатного истечения будет равна критической и величину этой скорости.

Ответ: $p_{2\text{кр}} = 0,0528$; $w_{\text{кр}} = 310 \text{ м/с}$

2) 2 кг пара, занимающие при $p = 0,8$ МПа объем $v_1 = 0,15$ м³, изотермически расширяются до $v_2 = 0,35$ м³. Определить степень сухости пара.

Ответ: $x_1 = 0,309$; $x_2 = 0,727$

3) Воздух при постоянном давлении $p_1 = 6$ МПа и $t_1 = 27^\circ\text{C}$ вытекает в среду с давлением $p_2 = 4$ МПа. Определить теоретическую скорость и конечную температуру при адиабатном истечении.

Ответ: $w = 257$ м/с; $t_2 = -6^\circ\text{C}$

4) Из сосуда, содержащего углекислоту при давлении 1,2 МПа и температуре 20°C , вытекает $2/3$ содержимого. Вычислить конечное давление и температуру, если в процессе истечения не происходит теплообмена со средой (k принять равным 1,28).

Ответ: $P_2 = 0,29$ МПа

5) В баллоне емкостью 1 м³ находится пар при $p = 0,981$ МПа и $x = 0,78$. Сколько теплоты нужно сообщить баллону, чтобы пар сделался сухим насыщенным.

Ответ: $Q = 348,8$ кДж

6) Определить абсолютную влажность воздуха, если парциальное давление пара в нем $p = 0,014$ МПа, а температура воздуха $t = 60^\circ\text{C}$. Показание барометра 760 мм.рт.ст.

Ответ: $P_n = 0,0913$ кг/м³

7) Манометр парового котла показывает давление $p = 0,2$ МПа. Показание барометра равно 0,103 МПа. Считая пар сухим насыщенным найти его температуру и удельный объем.

Ответ: $t_n = 133,88^\circ\text{C}$; $v'' = 0,5928$ м³/кг; $h'' = 2725,6$ кДж/кг

8) Пар с начальным давлением $p_1 = 1,8$ МПа и $t_1 = 340^\circ\text{C}$ расширяется адиабатно до давления $p_2 = 0,006$ МПа. Определить работу расширения и конечное состояние пара.

Ответ: $l = 815$ кДж/кг; $v_2 = 19,5$ м³/кг; $x_2 = 0,825$

9) 1 кг водяного пара при $p_1 = 1,6$ МПа и $t_1 = 300^\circ\text{C}$ нагревается при постоянном давлении до $t_2 = 400^\circ\text{C}$. Определить затраченное количество теплоты и работу расширения.

Ответ: $l = 50,24$ кДж/кг; $q = 223$ кДж/кг

Критерии и шкалы оценивания

– знания теоретического материала по темам практических занятий;
– умение самостоятельно пользоваться справочной и методической литературой, лекционными материалами при решении задач.

- максимальный балл 10 по всем разделам (или 5 баллов за раздел)

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	8-10
51 – 80 %	6-7
0 – 50 %	0-5

2.2.2 Лабораторные работы

Лабораторные работы проводятся по разделам и выполняются в течение всего семестра. Лабораторные работы выполняются на учебных стендах по методическим указаниям.

При выполнении лабораторных работ оцениваются:

- умение самостоятельно пользоваться справочной и методической литературой, лекционными материалами;
- умение пользоваться приборами;
- правильные ответы на контрольные вопросы при защите лабораторных работ;
- грамотное оформление отчета по лабораторным работам.

Раздел 1 Термодинамическая система. Термодинамические процессы с идеальным газом

Лабораторная работа №1 «Приборы для измерения температуры»

Цель работы: Изучение приборов для измерения температуры, понятие класса точности прибора, сравнение показаний приборов различного типа.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №1

1. Дать понятие о температуре с точки зрения молекулярно-кинетической теории и термодинамического взаимодействия.
2. Принцип действия термометров расширения.
3. Принцип действие манометрических термометров.
4. Принцип действие термометров сопротивления.
5. Методика определения погрешностей при намерении температуры.

Лабораторная работа №2 «Динамические характеристики терморезистивного преобразователя (ручной режим измерений)»

Цель работы: Изучение зависимости показаний терморезистивного преобразователя от времени пребывания в среде, температура которой измеряется. Определение влияния среды на время установления показаний терморезистивного преобразователя.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2

1. Что называется терморезистивным преобразователем?
2. Что можно измерить с помощью преобразователя?
3. Как вычисляется угловой коэффициент k_v ?
4. Сделать выводы о влиянии среды, температура которой измеряется, на время установления показаний преобразователя.
5. От чего зависит коэффициент теплопередачи?

Лабораторная работа №3 «Динамические характеристики терморезистивного преобразователя (автоматический режим)»

Цель работы: изучение зависимости показаний терморезистивного преобразователя от времени пребывания в среде, температура которой измеряется. Определение влияния среды на время

установления показаний терморезистивного преобразователя. Изучение автоматизации сбора и обработки экспериментальных данных.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №3

1. Что называется терморезистивным преобразователем?
2. Что можно измерить с помощью преобразователя?
3. Чем отличаются измерения от предыдущей работы?
4. Какой метод измерений эффективней?
5. Что называется теплопередачей?

Лабораторная работа № 4 «Способ измерения расхода газа по методу отсеченного объема».

Цель работы: Изучение способа измерения расхода газа по методу замера падения давления в отсеченном объеме, определение погрешностей измерения.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №4

1. Метод измерения расхода по падению давления в емкости.
2. Закон Менделеева – Клайперона.
3. Как определить средний объемный расход газа из емкости, приведенный к нормальным условиям?
4. Адиабатический закон истечения из емкости?
5. Изотермический закон истечения из емкости?

Раздел 2 Водяные пары. Влажный воздух. Термодинамика газовых потоков.

Лабораторная работа № 5 «Изучение способа измерения расхода газа по измерительной диафрагме».

Цель работы: Изучение измерительной диафрагмы как прибора для измерения расхода газа, тарировка измерительной диафрагмы.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №5

1. Дать определение расходу.
2. Типы расходомеров.
3. Принцип измерения расхода с помощью диафрагмы.
4. Достоинства расходомеров с сужающими устройствами.
5. Основные недостатки расходомеров с сужающими устройствами

Лабораторная работа № 6 «Снятие характеристик компрессора»

Цель работы: Изучение приборов для измерения создания давления и расхода газа, построение характеристики компрессора.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №6

1. Что называется компрессором?
2. Принцип действия поршневого компрессора.
3. Характеристики компрессора.
4. Что называется вредным объемом?
5. От чего зависит расход газа, создаваемый компрессором?

Лабораторная работа № 7 «Исследование и изучение процесса работы теплового насоса».

Цель работы Изучение цикла теплового насоса. Определение отопительного коэффициента цикла ε . Определение количества низкопотенциальной теплоты Q_2 , отбираемой у окружающей среды. Определение количества теплоты Q_1 , передаваемой в систему отопления помещения.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №7

1. Устройство и принцип работы теплового насоса.
2. Какие вещества можно использовать в качестве хладагента в тепловых насосах?
3. Каким образом хладагент поглощает теплоту, а затем отдает ее?
4. Является ли целесообразным обогрев помещения с помощью теплового насоса? Почему?
5. В каком направлении тепловой насос переносит теплоту (от холодного источника к горячему или наоборот)?
6. Что происходит при испарении хладагента (выделение или поглощение тепловой энергии)?
7. Что происходит при конденсации хладагента (выделение или поглощение тепловой энергии)?
8. Что характеризует отопительный коэффициент теплового насоса? Порядок его величины.
9. В какой части установки осуществляется подвод энергии?
10. Основные элементы экспериментальной установки и их назначение.

Лабораторная работа 8 Изучение процесса адиабатного истечения газа через сужающееся сопло при имитационном моделировании

Цель работы Экспериментальное и теоретическое исследование термодинамических характеристик процесса истечения газа из сужающегося сопла. Изучение процесса адиабатного истечения газа через суживающееся сопло

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 8

1. Что называется соплом? Диффузором?
2. Что такое критическая скорость истечения? Почему в суживающемся сопле нельзя получить выходную скорость выше скорости звука?
3. Как зависит скорость истечения от β ?
4. Как изменяются параметры газа P , T , V , i при истечении через сопло?
5. Как изображаются в i s-диаграмме теоретический и действительный процессы истечения?
6. Зависит ли $\beta_{кр}$ от рода газа?

7. Что такое критическое отношение давлений? Какое давление устанавливается в устье суживающегося сопла при $\beta < \beta_{кр}$, $\beta = \beta_{кр}$, $\beta > \beta_{кр}$?

Критерии и шкалы оценивания

Максимальный балл 8 по всем лабораторным работам (или 1 балл за одну лабораторную работу)

Объем выполненных работ	баллы
81 – 100 %	7-8
51 – 80 %	5-6
0 – 50 %	0-4

2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

2.3.1 Тесты

Тестовое задание по разделу 1 Термодинамическая система. Термодинамические процессы с идеальным газом

- выполняется 15 мин.,
- максимальный балл 6.

1. Как называется процесс изменения состояния газа без теплообмена с окружающей средой и другими телами?

а) адиабатный. б) изобарный. в) изохорный.

2. Основное уравнение термодинамики

а) $P = \frac{F}{S}$; **б) $pV = mRT$** ; в) $\Delta U = Q - L$

3. Какой термодинамический процесс представлен уравнением $pv^k = const$

а) изобарный б) изохорный **в) адиабатный**

4. Первый закон термодинамики

а) $P = \frac{F}{S}$; б) $pV = mRT$; **в) $\Delta U = Q - L$**

5. Что называется показателем адиабаты?

а) отношение теплоемкостей; б) отношение давлений; в) отношение температур

6. Какой термодинамический процесс представлен уравнением $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$

а) изобарный **б) изохорный** в) адиабатный

7. Газ совершил работу таким образом, что в любой момент времени совершенная работа $\Delta A = -\Delta U$?

а) изотермический. б) изохорный в) **адиабатный**

7. Какой термодинамический процесс представлен уравнением $pV^n = const$

а) **политропный** б) изохорный в) адиабатный

8. Работа в термодинамике определяется изменением ...

а) **внутренней энергии тела**; б) кинетической энергии тела; г) потенциальной энергии тела

9. Какой из перечисленных параметров не является функцией состояния термодинамической системы?

а) внутренняя энергия; б) энтропия; в) **работа**

10. Атмосферное давление измеряют

а) манометром; б) **барометром**; в) вакууметром

Критерии и шкалы оценивания

При выполнении теста оценивается выбор правильного ответа:

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	6
51 – 80 %	4-5
0 – 50 %	0-3

Тестовое задание по разделу 3 Водяные пары. Влажный воздух. Термодинамика газовых потоков.

- выполняется 15 мин.,
- максимальный балл 6.

1. Температура, при которой исчезают различия в физических свойствах между жидкостью и ее насыщенным паром, — это ...

а) температура кипения; б) температура парообразования; в) **критическая температура**

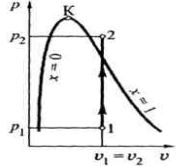
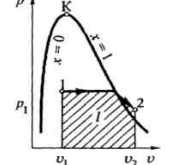
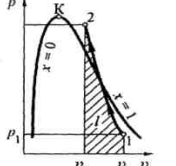
2. Влажным паром называется

а) механическая смесь сухого насыщенного и перегретого пара.

б) **механическая смесь кипящей жидкости и сухого насыщенного пара.**

в) механическая смесь кипящей жидкости и перегретого пара.

3. Установите соответствие между списками процессов изменения состояния водяного пара

А. адиабатный	 <p style="text-align: center;">1</p>	
Б. изохорный	 <p style="text-align: center;">2</p>	А-3 Б-1 В-2
В. изотермический	 <p style="text-align: center;">3</p>	

4. Все свойства влажного пара обладают свойствами

а) кипящей жидкости и сухого насыщенного пара.

б) кипящей жидкости и перегретого пара.

в) сухого насыщенного и перегретого пара.

5. Выделяется или поглощается теплота при конденсации водяного пара?

а) выделяется; б) поглощается; в) не выделяется и не поглощается.

6. Как изменяется температура кипения воды в открытом сосуде при повышении атмосферного давления?

а) повышается; б) понижается; в) остается неизменной

7. Температура кипения воды в открытом сосуде равна 95°C. Какой причиной это может быть вызвано?

а) атмосферное давление ниже нормального; б) атмосферное давление выше нормального;

в) нагревание воды было очень быстрым

8. По какой формуле определяем энтальпию влажного пара

а) $r = h'' - h'$; **б) $h_x = h' + rx$** ; в) $s'' = s' + r/T_n$

9. По какой формуле определяем теплоту парообразования?

а) $r = h'' - h'$; б) $h_x = h' + rx$; в) $s'' = s' + r/T_n$

10. При постоянном давлении 10^5 Па объем воздуха, находившегося в квартире, увеличился на 20 дм^3 . Какую работу совершил газ?

- а) $5 \cdot 10^6$ Дж; б) $2 \cdot 10^6$ Дж; в) $2 \cdot 10^3$ Дж

Критерии и шкалы оценивания

При выполнении теста оценивается выбор правильного ответа:

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	6
51 – 80 %	4-5
0 – 50 %	0-3

3 СЕМЕСТР

2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.2.1 Текущий контроль оценивается решением типовых задач на практических занятиях

В начале каждого практического занятия студентам указывается тема и объем расчетов, которые планируется выполнить. Алгоритм решения задач разбирается у доски с подробными комментариями к каждому шагу. Сложные задачи решаются у доски одним из студентов под руководством преподавателя. Преподаватель контролирует работу студентов, проверяет правильность решений задач и при необходимости вмешивается в процесс решения, задавая наводящие вопросы или указывая ошибки.

Раздел 1 Циклы ДВС. Компрессоры

1) 1 кг воздуха совершает цикл Карно в пределах температур $t_1 = 450^\circ \text{C}$ и $t_2 = 16^\circ \text{C}$, причем наивысшее давление составляет 4 МПа, а наименьшее - 0,1 МПа

Определить термический КПД цикла и количество подведенной и отведенной теплоты

Ответ: $\eta_t = 0,662$; $q_1 = 63,6$ кДж/кг; $q_2 = 21,5$ кДж/кг

2) К газу в круговом процессе подведено 250 кДж теплоты. Термический КПД равен 0,46. Найти работу, полученную за цикл.

Ответ: $L = 115$ кДж

3) В результате осуществления кругового процесса получена работа, равная 80 кДж, а отдано охладителю 50 кДж теплоты. Определить термический КПД цикла.

Ответ: $\eta_t = 0,615$

4) 1 кг воздуха при $p_1 = 0,5$ МПа и $t_1 = 111^\circ \text{C}$ расширяется политропно до давления $p_2 = 0,1$ МПа. $C_v = 0,72$ кДж/(кг·К). Определить конечное состояние воздуха, количество подведенной теплоты, и полученную работу, если показатель политропы $m = 1,2$.

Ответ: $v_2 = 0,84$ м³/кг; $t_2 = 20^\circ \text{C}$; $q = 65,8$ кДж/кг; $l = 130,6$ кДж/кг

5) Идеальный поршневой компрессор сжимает 450 м³/ч воздуха (в пересчете на нормальные условия) температурой $t_1 = 30^\circ \text{C}$ от $p_1 = 0,1$ МПа и до $p_2 = 0,5$ МПа. Определить мощность, затрачиваемую на привод компрессора, если сжатие происходит адиабатно, и температуру газа на выходе из компрессора.

Ответ: $N = 28,7$ кВт; $t_2 = 207^\circ\text{C}$

б) Компрессор сжимает $600 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха от давления $p_1 = 0,098$ МПа до $p_2 = 0,6$ МПа. Определить мощность, необходимую на привод компрессора, если сжатие происходит:

а) адиабатно; б) политропно с показателем $n = 1,3$; в) изотермически.

Ответ: а) $N = 38,9$ кВт; б) $N = 36,8$ кВт; в) $N = 29,6$ кВт

7) В изотермическом компрессоре воздух сжимается от $0,098$ до $0,981$ МПа. Как изменится мощность двигателя для привода компрессора, если сжатие будет производиться изотермически до $98,1$ МПа.

Ответ: в 3 раза

Раздел 2. Циклы ПТУ. Циклы ГТУ. Холодильные циклы.

1) Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина с начальными параметрами $p_1 = 10$ МПа и $t_1 = 530^\circ\text{C}$. Давление в конденсаторе $p_2 = 40$ кПа. Определить термический КПД цикла Ренкина и сравните его с термическим КПД цикла Карно в том же интервале температур.

Ответ: $\eta_{\text{тр}} = 0,429$; $\eta_{\text{тк}} = 0,624$

2) Газотурбинная установка (ГТУ) работает по циклу с подводом теплоты при $p = \text{const}$, Степень повышения давления $\beta = 12$. Рассчитать термический КПД ГТУ для двух случаев: а) рабочим телом является воздух; б) рабочим телом является гелий.

Ответ: а) $\eta_t = 0,508$; б) $\eta_t = 0,630$

3) Определить зависимость термического КПД паротурбинной установки от начальных параметров пара, если при начальных и конечных давлениях соответственно $p_1 = 3,0$ МПа и $p_2 = 40$ кПа, пар перед турбиной: а) имеет сухость $x = 0,9$; б) сухой насыщенный; в) перегретый до температуры 450°C .

Ответ: а) $\eta_t = 0,347$; б) $\eta_t = 0,351$; в) $\eta_t = 0,376$

4) Рассчитать термический КПД простейшей газотурбинной установки, работающей по циклу с подводом теплоты при $p = \text{const}$ и при следующих степенях повышения давления: а) $\beta_1 = 5$; б) $\beta_2 = 10$; в) $\beta_3 = 20$

Считать, что рабочее тело обладает свойствами воздуха. Показатель адиабаты принять равным $k = 1,4$.

Ответ: а) $\eta_t = 0,369$; б) $\eta_t = 0,482$; в) $\eta_t = 0,575$

5) Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина с начальными параметрами $p_1 = 10$ МПа и $t_1 = 530^\circ\text{C}$. Давление в конденсаторе $p_2 = 40$ кПа. Определить термический КПД цикла Ренкина.

Ответ: $\eta_t = 0,426$

б) Паротурбинная установка работает при параметрах пара перед турбиной $p_1 = 9$ МПа и $t_1 = 535^\circ\text{C}$. Построить кривую зависимости термического КПД цикла от давления в

конденсаторе p_2 , которое принять равным 20, 40, 60, 80 кПа.

Критерии и шкалы оценивания

– знания теоретического материала по темам практических занятий;
– умение самостоятельно пользоваться справочной и методической литературой, лекционными материалами при решении задач.

- максимальный балл 10 по всем разделам (или 5 баллов за раздел)

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	8-10
51 – 80 %	6-7
0 – 50 %	0-5

2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

2.3.1 Тесты

Тестовое задание по разделу 1 Циклы ДВС. Компрессоры

- выполняется 15 мин.,
- максимальный балл 6.

1. Рабочее тело теплового двигателя служит для

а) Отвода неиспользованной энергии; б). Сжигания горючих веществ; **в) Преобразования внутренней энергии в механическую.**

2. В прямых термодинамических циклах

а) теплота превращается в работу; б) работа превращается в теплоту; в) не происходит изменений

3. В обратных термодинамических циклах

а) теплота превращается в работу; **б) работа превращается в теплоту;** в) не происходит изменений

4. Характеристикой эффективности термодинамических циклов является

а) КПД; б) количество подведенной теплоты; с) работа

5. Что служит рабочим телом в двигателе автомобиля?

а) вода; **б) продукты сгорания;** в) воздух

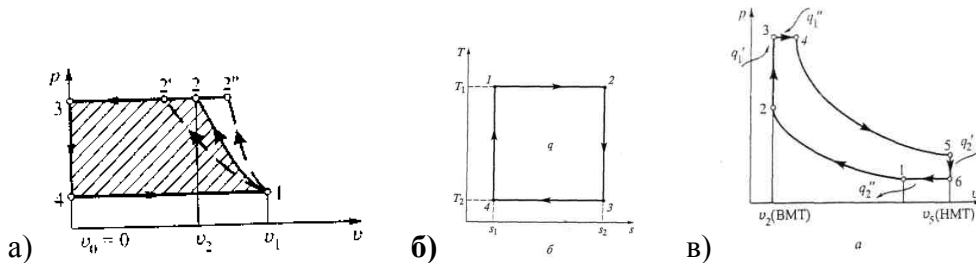
6. Степень сжатия рабочего тела

а) $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$; б) $\lambda = \frac{p_3}{p_2}$; в) $\rho = \frac{v_4}{v_2}$

7. Что служит рабочим телом в реактивном двигателе?

а) турбина; б) вода; в) **воздух**.

8. Цикл Карно?



9. При постоянном давлении 10^5 Па объем воздуха, находившегося в квартире, увеличился на 20 дм^3 . Какую работу совершил газ?

а) $5 \cdot 10^6$ Дж; б) $2 \cdot 10^6$ Дж; в) **$2 \cdot 10^3$ Дж**

10. Установите соответствие между списками термодинамических циклов

А. цикл Отто		А-2 Б-3 В-1
Б. цикл Дизеля		
В. Цикл Тринклера		

Критерии и шкалы оценивания

При выполнении теста оценивается выбор правильного ответа:

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	6
51 – 80 %	4-5
0 – 50 %	0-3

Тестовое задание по разделу 2 Циклы ПТУ. Циклы ГТУ. Холодильные циклы.

выполняется 15 мин.,

максимальный балл 6.

1. КПД цикла Ренкина?

а) $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$; б) $\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3}$; в) $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

2. Какой термодинамический процесс представлен уравнением $\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}$

а) **изобарный** б) изохорный в) адиабатный

3. Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 10 Дж и отдает холодильнику 4 Дж. Каков КПД машины?

а) - 0,67. б) **0,6** в) 0,4.

4. Укажите, какой термодинамический цикл преобразования тепла в работу нашел применение в современных паротурбинных установках

а) Карно; б) **Ренкина**; в) Стирлинга; г) Тринклера

5. По какой из формул определяют эффективность холодильной установки?

а) $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$; б) $\varepsilon = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$; в) $\eta = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$

6. КПД цикла Карно?

а) $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$; б) $\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3}$; в) $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

7. Что служит рабочим телом в реактивном двигателе?

а) турбина; б) вода; в) **воздух**.

8. КПД цикла Отто?

а) $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$; б) $\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3}$; в) $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

9. По какой формуле определяем энтальпию влажного пара

а) $r = h'' - h'$; б) **$h_x = h' + rx$** ; в) $s'' = s' + r/T_n$

10. По какой формуле определяем теплоту парообразования?

а) **$r = h'' - h'$** ; б) $h_x = h' + rx$; в) $s'' = s' + r/T_n$

Критерии и шкалы оценивания

При выполнении теста оценивается выбор правильного ответа:

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	6
51 – 80 %	4-5
0 – 50 %	0-3

Студентам в 3 семестре выдается индивидуальное задание.

При выполнении индивидуального домашнего задания оцениваются:

- знания теоретического материала по всем темам;
- умение самостоятельно пользоваться справочной и методической литературой, лекционными материалами при решении индивидуального домашнего задания.

Объем выполненных заданий	баллы
81 – 100 %	21-28
51 – 80 %	15-20
0 – 50 %	0-14

Пример варианта домашнего задания:

1) Идеальный поршневой компрессор сжимает $450 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха (в пересчете на нормальные условия) температурой $t_1 = 30^\circ\text{C}$ от $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ и до $p_2 = 0,5 \text{ МПа}$. Определить мощность, затрачиваемую на привод компрессора, если сжатие происходит адиабатно, и температуру газа на выходе из компрессора.

Ответ: $N = 28,7 \text{ кВт}$; $t_2 = 207^\circ\text{C}$

2) Определить зависимость термического КПД паротурбинной установки от начальных параметров пара, если при начальных и конечных давлениях соответственно $p_1 = 3,0 \text{ МПа}$ и $p_2 = 40 \text{ кПа}$, пар перед турбиной: а) имеет сухость $x = 0,9$; б) сухой насыщенный; в) перегретый до температуры 450°C .

Ответ: а) $\eta_t = 0,347$; б) $\eta_t = 0,351$; в) $\eta_t = 0,376$

3) В результате осуществления кругового процесса получена работа, равная 80 кДж , а отдано охладителю 50 кДж теплоты. Определить термический КПД цикла.

Ответ: $\eta_t = 0,615$

2.3.2 Вопросы к зачету с оценкой

1. Понятие термодинамики. Термодинамическая система и внешняя среда.
2. Основные параметры состояния рабочего тела.
3. Законы и процессы идеального и реального газа. Смеси идеальных газов.
4. Внутренняя энергия и энтальпия.
5. Первый закон термодинамики.
6. Теплота. Свойства теплоты как формы обмена энергией
7. Работа. Свойства работы как формы обмена энергией
8. Теплоемкость идеальных газов

9. Термодинамические процессы и уравнения идеальных газов (изохорный, изотермический).
10. Термодинамические процессы и уравнения идеальных газов (изобарный, адиабатный).
11. Термодинамические процессы и уравнения идеальных газов (политропный).
12. Обратимые циклы и оценка их эффективности.
13. Цикл Карно. Теорема Карно.
14. Понятие энтропии и TS -диаграмма.
15. Второй закон термодинамики.
16. Водяной пар как реальный газ и его свойства.
17. Процессы изменения состояния водяного пара
18. Диаграммы водяного пара (TS , PV , hS).
19. Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха.
20. Основные процессы с влажным воздухом.
21. Основные параметры газового потока.
22. Первый закон термодинамики для газового потока.
23. Работа вытеснения массы. Располагаемая работа. Техническая работа потока газа.
24. Адиабатное течение газов в каналах.
25. Истечение газа через суживающиеся сопла.
26. Истечение газа через комбинированные сопла и диффузоры.
27. Истечение водяного пара. Дросселирование газов и паров
28. Работоспособность. Эксергия потока газа. Потеря эксергии потока газа в необратимых процессах.
1. Обобщенный термодинамический цикл тепловых двигателей.
2. Термодинамический цикл Дизеля.
3. Термодинамический цикл Отто.
4. Термодинамические циклы ДВС (Тринклера).
5. Назначение и типы компрессоров. Термодинамический анализ работы компрессора.
6. Сжатие газов в одноступенчатом компрессоре.
7. Сжатие газов в многоступенчатом компрессоре.
8. Приближение цикла газотурбинных двигателей к обобщенному циклу Карно
9. Циклы газотурбинных установок
10. Циклы комбинированных двигателей
11. Циклы реактивных двигателей
12. Способы повышения термического КПД циклов
13. Цикл Ренкина как трансформация цикла Карно. Анализ КПД цикла Ренкина.
14. Цикл Ренкина на насыщенном паре
15. Цикл Ренкина на перегретом паре.
16. Цикл с промежуточным перегревом пара.
17. Регенеративный цикл для водяного пара.

18. Циклы бинарных парогазовых установок.
19. Общие характеристики холодильного цикла.
20. Цикл воздушной холодильной установки.
21. Цикл парокомпрессионной холодильной установки
22. Цикл парожеткторной холодильной установки
23. Адсорбционные холодильные установки.
24. Цикл теплового насоса.

Критерии и шкалы оценивания

0-10 баллов – студент не смог продемонстрировать ключевые знания, умения и навыки по дисциплине.

11-20 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, но не смог продемонстрировать глубокого понимания предмета изучения.

21-30 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, продемонстрировал, в основном, глубокое понимание материала.

31-40 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, глубокое всестороннее понимание материала.

Критерии оценки знаний по дисциплине:

Итоговая сумма баллов	Оценка по 4-бальной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS	Градация
90-100	отлично	зачтено	A	отлично
85-89	хорошо		B	очень хорошо
75-84			C	хорошо
70-74			D	удовлетворительно
65-69	удовлетворительно		E	посредственно
60-64			F	неудовлетворительно
ниже 60	неудовлетворительно	не зачтено	F	неудовлетворительно

Зачтено «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Зачтено «Удовлетворительно»- теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Зачтено «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Не зачтено «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.