

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

Направление подготовки/специальность: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Информационные технологии в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Нагнетатели и тепловые двигатели**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федюхин А.В.
	Идентификатор	Rc1c8a01a-FediukhinAV-59cb47d9

А.В.
Федюхин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

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. ВК/РПК-1 Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности

ИД-2 Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования

2. РПК-1 Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе

ИД-1 Знает соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации

ИД-2 Умеет собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования к информационным системам

ИД-3 Владеет методами системного анализа и моделирования для анализа архитектуры предприятий и методами сбора информации для формализации требований пользователей заказчика

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Вентиляторы и компрессоры (Контрольная работа)

2. Насосы и насосные установки (Контрольная работа)

3. Паротурбинные установки (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Газотурбинные и газопоршневые установки (Тестирование)

БРС дисциплины

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Насосы и насосные установки (Контрольная работа)

КМ-2 Вентиляторы и компрессоры (Контрольная работа)

КМ-3 Газотурбинные и газопоршневые установки (Тестирование)

КМ-4 Паротурбинные установки (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	КМ:				
	Срок КМ:	3	6	9	12
Насосы и насосные установки					
Классификация нагнетателей и тепловых двигателей	+				
Конструкция и принцип работы центробежного насоса	+				
Совместная работа насоса и сети	+				
Вентиляторы и компрессоры					
Вентиляторы			+		
Компрессоры динамического действия			+		
Компрессоры объёмного действия			+		
Газодинамические характеристики компрессоров динамического действия			+		
Регулируемые гидромуфты			+		
Газотурбинные и газопоршневые установки					
Газотурбинные установки (ГТУ)				+	
Теплофикационные ГТУ				+	
Парогазовые установки (ПГУ)				+	
Газопоршневые установки (ГПУ)				+	
Паротурбинные установки					
Паровые турбины (ПТ)					+
Влияние параметров пара на КПД идеального цикла				+	
Вес КМ:		25	25	25	25

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
ВК/РПК-1	ИД-1 _{ВК/РПК-1} Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности	Знать: методические, нормативные и руководящие материалы по безопасности эксплуатации электроустановок	КМ-1 Насосы и насосные установки (Контрольная работа)
ВК/РПК-1	ИД-2 _{ВК/РПК-1} Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования	Уметь: выполнять расчеты и выбирать защитные средства при проведении электротехнических работ	КМ-3 Газотурбинные и газопоршневые установки (Тестирование)
РПК-1	ИД-1 _{РПК-1} Знает соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации	Знать: строение и свойства материалов	КМ-2 Вентиляторы и компрессоры (Контрольная работа)
РПК-1	ИД-2 _{РПК-1} Умеет собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования к информационным системам	Уметь: организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними	КМ-3 Газотурбинные и газопоршневые установки (Тестирование)

РПК-1	ИД-З _{РПК-1} Владеет методами системного анализа и моделирования для анализа архитектуры предприятий и методами сбора информации для формализации требований пользователей заказчика	Знать: сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации изделий	КМ-4 Паротурбинные установки (Тестирование)
-------	---	--	---

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Насосы и насосные установки

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполненное задание отправляется в СДО "Прометей" в рамках функционала "Письменная работа".

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам насосов и насосных установок

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методические, нормативные и руководящие материалы по безопасности эксплуатации электроустановок	1.Какая зависимость напора насоса от частоты вращения? 1.Прямо пропорциональная 2.Обратно пропорциональная 3.Квадратичная 4.Кубическая 5.Зависимость отсутствует Ответ: 3 2.Какая зависимость подачи насоса от частоты вращения? 1.Прямо пропорциональная 2.Обратно пропорциональная 3.Квадратичная 4.Кубическая 5.Зависимость отсутствует Ответ: 1

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено верно с незначительными ошибками, выбрано верное направление решения

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно, допущены ошибки при выборе направления решения

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены критерии для оценки "удовлетворительно"

КМ-2. Вентиляторы и компрессоры

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполненное задание отправляется в СДО "Прометей" в рамках функционала "Письменная работа".

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам: вентиляторы и компрессоры

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: строение и свойства материалов	1.Какая зависимость напора от плотности сжимаемого газа? 1.Чем выше плотность газа на всасе в компрессор, тем больше напор 2.Чем меньше плотность газа на всасе в компрессор, тем меньше напор 3.Чем меньше плотность газа на всасе в компрессор, тем больше напор 4.Напор одинаковый для газов с любой плотностью Ответ: 4 2.Какой способ регулирования компрессоров является самым простым для реализации на практике? 1.Дросселирование на входе в компрессор 2.Изменение частоты вращения 3.Поворот направляющих лопаток входе в компрессор 4.Частичный сброс сжатого газа Ответ: 4

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено верно с незначительными ошибками, выбрано верное направление решения

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно, допущены ошибки при выборе направления решения

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены критерии для оценки "удовлетворительно"

КМ-3. Газотурбинные и газопоршневые установки

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку знаний по газотурбинным и газопоршневым установкам

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять расчеты и выбирать защитные средства при проведении электротехнических работ	1.Определить удельную работу ЦВД газовой турбины, соединенной с компрессором ГТУ, и ЦНД, соединенной с электрогенератором. Внутренние относительные КПД турбины $\eta_t = 0,9$, компрессора $\eta_k = 0,85$. Теплоемкость воздуха $c_{p,возд} = 1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, газа $c_{p,газ} = 1,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$. Показатели адиабаты воздуха $k_v = 1,4$, газа $k_g = 1,3$. Степень сжатия компрессора ГТУ $\epsilon_k = 12$. Температура воздуха на всасе в ком-прессор $T_1 = 283 \text{ К}$ и давление $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$. Температура газа перед ЦВД газовой турбины $T_3 = 1150 \text{ К}$. Давление газа на выходе из ЦНД $p_4'' = 0,1 \text{ МПа}$ 2.Определить массовый расход газа через газовую турбину ГТУ мощностью $N = 45 \text{ МВт}$ и количество теплоты, подводимое к камере сгорания. Показатели политропы воздуха $k_v = 1,35$ и газа $k_g = 1,2$, удельные теплоемкости $c_{p,возд} = 1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, $c_{p,газ} = 1,4 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$. Внутренние относительные КПД компрессора $\eta_k = 0,9$ и турбины $\eta_t = 0,9$, степень сжатия/расширения ГТУ $\epsilon = 10$, Температура воздуха на всасе в ком-прессор $T_1 = 288 \text{ К}$. Температура газа турбиной $T_3 = 1200 \text{ К}$. 3.В состав ПГУ входят две ГТУ каждая номинальной мощностью $N_{гту} = 115 \text{ МВт}$ с КПД $\eta_{гту} = 0,33$ и одна конденсационная паровая турбина К с КПД $\eta_{пту} = 0,36$. Коэффициент избытка воздуха, подаваемого в камеру сгорания ГТУ, $\alpha = 4,85$. Электромеханический КПД генератора $\eta_{эм} = 0,98$. Топливо – природный газ с $Q_{рн} = 46300 \text{ кДж/кг}$. Температура газов на входе в котёл-

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	утилизатор (КУ) $t' = 510^\circ\text{C}$, а после $t'' = 120^\circ\text{C}$. Теплоёмкость выхлопных газов $c_p = 1,1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{оС}$. Коэффициент потерь тепла через наружную изоляцию утилизатора теплоты $\eta_{\text{ни}} = 0,97$. Номинальный КПД ПТУ $\eta_{\text{пту}} = 0,34$. Определить электрическую мощность конденсационной турбины в составе данной ПГУ, КПД ПГУ в целом и удельный расход природного газа на выработку электроэнергии в этой ПГУ. 4. Для идеального цикла двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты определить параметры рабочего тела в характерных точках цикла, количество подведенной и отведенной теплоты, полученную работу и термический КПД, если начальные параметры рабочего тела $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$, $t_1 = 17^\circ\text{C}$, степень сжатия $\epsilon = 4,0$ и степень повышения давления $\lambda = 3,5$ рабочее тело – воздух. $R = 287,3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, $c_p = 1,01 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, $c_v = 0,72 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$.
Уметь: организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними	1. Определить расход газа и расчётную тепловую производительность утилизатора теплоты теплофикационной ГТУ мощностью $N_{\text{ГТУ}} = 55 \text{ МВт}$. Номинальный КПД $\eta_{\text{ГТУ}} = 0,37$. Электромеханический КПД генератора ГТУ плотность природного газа $\rho = 0,724 \text{ кг/м}^3$. Стехиометрический расход воздуха на сжигание 1 кг топливного газа в камере сгорания ГТУ V_0 (для природного газа $V_0 = 10$) Коэффициент избытка воздуха в КС ГТУ $\alpha = 4,5$. Температура выхлопных газов до утилизатора теплоты ГТУ $t' = 500^\circ\text{C}$, а после $t'' = 120^\circ\text{C}$. Теплоёмкость выхлопных газов $c_p = 1,08 \text{ кДж/кг}\cdot\text{оС}$, Коэффициент потерь через наружную изоляцию утилизатора теплоты

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено ниже порогового уровня, установленного шкалой

КМ-4. Паротурбинные установки

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку знаний по паротурбинным установкам

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации изделий	1. Рабочим телом в паровой турбине является водяной пар? 1. Да 2. Нет Ответ: 1 2. Как в среднем соотносится номинальная электрическая и тепловая мощности в турбине типа Т? 1. На 1 МВт электрической энергии приходится 1 МВт тепловой энергии 2. На 1 МВт электрической энергии приходится 0,5 МВт тепловой энергии 3. На 1 МВт электрической энергии приходится 2 МВт тепловой энергии Ответ: 3 3. Как влияет рост температуры и давления пара на входе в турбину на термический КПД агрегата? 1. Приводят к росту КПД 2. Приводят к снижению КПД 3. Температура и давление пара на входе в турбину не влияет на КПД Ответ: 1 4. Какая функция конденсатора в паросиловом цикле? 1. Конденсация водяного пара после последней ступени паровой турбины 2. Конденсация водяного пара после пароперегревателя 3. Конденсация водяного пара после сетевого подогревателя Ответ: 1

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено ниже порогового уровня, установленного шкалой

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Газодинамическая характеристика компрессора.
2. Идеальный цикл ПТУ (цикл Ренкина).
3. Центробежный насос перекачивает воду из резервуара с отметкой $Z_1 = 3$ м в резервуар с отметкой $Z_2 = 10$ м по двум последовательно соединенным трубопроводам $l_1 = 9$ м, $d_1 = 100$ мм ($\epsilon_1 = 6$, $\lambda_1 = 0,02$) и $l_2 = 20$ м, $d_2 = 75$ мм ($\epsilon_2 = 10$, $\lambda_2 = 0,03$). Применяемый насос развивает подачу $Q = 10$ л/с при КПД $\eta = 55$ %. Определить потребляемую мощность привода.

Процедура проведения

Требования по выполнению Итоговой письменной работы:

- Задания необходимо выполнять строго в соответствии со своим вариантом. Работы, выполненные не в соответствии с персональным номером варианта рассматриваться не будут.
- По всем вопросам варианта нужно дать подробный письменный ответ.
- Выполненная работа прикрепляется одним файлом и отправляется на проверку преподавателю в СДО Прометей.
- Выполненная работа должна быть представлена на проверку в сроки проведения контрольного мероприятия.

Оформление письменной работы:

- Письменная работа оформляется на листах формата А4 (210x297).
- Перед ответом на задания контрольного мероприятия укажите Ваши ФИО, группу, номер варианта и дату выполнения. Текст пишется четко и аккуратно (или набирается с использованием компьютера).

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ВК/РПК-1} Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности

Вопросы, задания

1. Основы гидро-аэродинамики нагнетателей. Уравнение Бернулли для неразрывного потока.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как меняется статическое давление жидкости на стенки в сужающемся трубопроводе?

Ответы:

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Остаётся постоянным
4. Непрерывно изменяется в обе стороны

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ВК/РПК-1} Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования

Вопросы, задания

1. Энергетическая характеристика теплофикационной ПТУ.
2. Определение расхода топлива на выработку электроэнергии в конденсационном цикле.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как влияет степень сжатия на КПД ГПУ?

Ответы:

1. С ростом степени сжатия КПД ГПУ растет
2. С ростом степени сжатия КПД ГПУ падает
3. С ростом степени сжатия КПД ГПУ не изменяется

Верный ответ: 1

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Знает соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации

Вопросы, задания

1. Конструкция и принцип действия осевого вентилятора.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое взаимное пространственное расположение входного и выходного патрубков у центробежного вентилятора?

Ответы:

1. Вдоль одной оси
2. Под углом 90°
3. Параллельно друг другу
4. Под углом 120°

Верный ответ: 2

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Умеет собирать, систематизировать, документировать и анализировать требования к информационным системам

Вопросы, задания

1. Регулирование давления на нагнетании насоса с помощью гидромфты.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как меняется напор насоса при его регулировании дросселированием?

Ответы:

1. Напор насоса увеличивается
2. Напор насоса уменьшается
3. Непрерывно изменяется в обе стороны
4. Напор насоса не меняется

Верный ответ: 1

5. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{РПК-1} Владеет методами системного анализа и моделирования для анализа архитектуры предприятий и методами сбора информации для формализации требований пользователей заказчика

Вопросы, задания

1. Параметры насоса. Связь между напором и давлением

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какая зависимость динамического сопротивления сети от расхода?

Ответы:

- 1.Прямо пропорциональная
- 2.Квадратичная
- 3.Кубическая
- 4.Зависимость отсутствует

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено ниже порогового уровня, установленного шкалой

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.