

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Техническое и информационное обеспечение построения и функционирования источников питания, сетей и объектов электрического хозяйства потребителей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Энергосиловое оборудование**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кошарная Ю.В.
	Идентификатор	Ra3970c37-KosharnyaYV-98175ef6

Ю.В.
Кошарная

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

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-3 Способность принимать участие в организации электрического хозяйства потребителей и обеспечении объектов электрической энергией

ИД-1 Осуществляет координацию персонала и структурных подразделений организации, взаимодействие с контрагентами при обеспечении электрической энергией производственных и иных объектов

ИД-2 Использует нормативные правовые акты, отраслевые и корпоративные нормы и правила в сфере электроснабжения промышленных предприятий и иных объектов, в сфере организации электрического хозяйства потребителей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор типа нагнетательного аппарата по его характеристикам (Контрольная работа)
2. Конструкторский и тепловой расчет теплообменного аппарата поверхностного типа (Контрольная работа)
3. Расчет величины тепловых потерь промышленного объекта (Контрольная работа)
4. Расчет параметров продуктов сгорания топлива и теплового баланса котельного агрегата (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Процессы теплообмена. Теплоносители. Теплообменные аппараты					
Процессы теплообмена, теплоносители		+	+		
Теплообменные аппараты		+	+		
Топливо и его сжигание. Котельные агрегаты					
Топливо и его сжигание			+	+	
Котельные агрегаты			+		
Нагнетательные машины					

Виды и рабочие параметры нагнетателей		+	+	
Насосы, вентиляторы, компрессоры			+	+
Системы тепло-, водоснабжения и водоотведения предприятий				
Системы тепло-, водоснабжения и водоотведения предприятий		+	+	+
Вес КМ:	30	25	25	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-3	ИД-1 _{ПК-3} Осуществляет координацию персонала и структурных подразделений организации, взаимодействие с контрагентами при обеспечении электрической энергией производственных и иных объектов	Знать: основные технологические процессы в системах энергообеспечения предприятий, основные параметры и современные технические характеристики элементов и объектов энергосилового хозяйства потребителей и основные характеристики используемых энергоресурсов Уметь: использовать методы оценки параметров основных энергоресурсов и их преобразования при выборе элементов и объектов энергосилового оборудования и оценке его характеристик для регулирования режимов работы предприятий	Расчет параметров продуктов сгорания топлива и теплового баланса котельного агрегата (Контрольная работа) Выбор типа нагнетательного аппарата по его характеристикам (Контрольная работа) Расчет величины тепловых потерь промышленного объекта (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-2 _{ПК-3} Использует	Знать:	Конструкторский и тепловой расчет теплообменного аппарата

	нормативные правовые акты, отраслевые и корпоративные нормы и правила в сфере электроснабжения промышленных предприятий и иных объектов, в сфере организации электрического хозяйства потребителей	экологические аспекты энергоиспользования и основные способы энерго- и ресурсосбережения в энергетическом хозяйстве объектов Уметь: использовать методы анализа технологических схем производства и потребления энергоресурсов для обоснования выбора оборудования систем энергообеспечения предприятия с применением нормативно-технической документации, относящейся к объектам профессиональной деятельности	поверхностного типа (Контрольная работа) Расчет параметров продуктов сгорания топлива и теплового баланса котельного агрегата (Контрольная работа)
--	---	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Конструкторский и тепловой расчет теплообменного аппарата поверхностного типа

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент производит расчет требуемых показателей используя исходные табличные данные (по вариантам)

Краткое содержание задания:

По исходным данным о температурах теплоносителей и проектной тепловой мощности рассчитать теплотехнические и конструктивные параметры теплообменного аппарата поверхностного типа

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: использовать методы анализа технологических схем производства и потребления энергоресурсов для обоснования выбора оборудования систем энергообеспечения предприятия с применением нормативно-технической документации, относящейся к объектам профессиональной деятельности	1.Как строятся эпюры изменения температур теплоносителей пароводяного и водоводяного теплообменных аппаратов с учетом их теплоемкостей? 2.От чего зависит выбор конструктивного исполнения теплообменного аппарата поверхностного типа? 3.Как определить плотность, теплоемкость и теплопроводность воды и водяного пара?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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. Расчет параметров продуктов сгорания топлива и теплового баланса котельного агрегата

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент производит расчет требуемых показателей используя исходные табличные данные (по вариантам)

Краткое содержание задания:

По данным о характеристиках и составе топлива, значении температуры и коэффициента избытка воздуха продуктов сгорания и величине тепловой нагрузки ТА произвести расчет состава, объемов и энтальпий продуктов сгорания заданного вида топлива (по вариантам), произвести расчет составляющих теплового баланса котельного агрегата и подобрать тип котла

Контрольные вопросы/задания:

Знать: экологические аспекты энергоиспользования и основные способы энерго- и ресурсосбережения в энергетическом хозяйстве объектов	1.Что такое коэффициент избытка воздуха и какие значения он может принимать?
Уметь: использовать методы оценки параметров основных энергоресурсов и их преобразования при выборе элементов и объектов энергосилового оборудования и оценке его характеристик для регулирования режимов работы предприятий	1.Как определять действительное количество воздуха для полного сгорания топлив? 2.Как определить энтальпию уходящих газов и воздуха?
Уметь: использовать методы анализа технологических схем производства и потребления энергоресурсов для обоснования выбора оборудования систем энергообеспечения предприятия с применением нормативно-технической документации, относящейся к объектам профессиональной деятельности	1.Как определяются потери тепла котельного агрегата?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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. Выбор типа нагнетательного аппарата по его характеристикам

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проведение студентом необходимых расчетов в соответствии с заданием и обоснование выбора оборудования

Краткое содержание задания:

Студент рассчитывает требуемые показатели, используя исходные данные о графике нагрузки и тепловой мощности энергосистемы объекта (по вариантам), производит выбор подходящего нагнетательного аппарата по его характеристикам

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные технологические процессы в системах энергообеспечения предприятий, основные параметры и современные технические характеристики элементов и объектов энергосилового хозяйства потребителей и основные характеристики используемых энергоресурсов	1.Что такое коэффициент быстроходности и как сравнить нагнетатели по этому параметру? 2.Способы регулирования подачи разных видов нагнетательных аппаратов?
Уметь: использовать методы оценки параметров основных энергоресурсов и их преобразования при выборе элементов и объектов энергосилового оборудования и оценке его характеристик для регулирования режимов работы предприятий	1.Как рассчитать работу, мощность и КПД нагнетателя? 2.Как произвести выбор нагнетательного аппарата, используя сводные графики их рабочих зон?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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. Расчет величины тепловых потерь промышленного объекта

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент производит расчет требуемых показателей используя исходные табличные данные (по вариантам)

Краткое содержание задания:

Для промышленного объекта (согласно варианту), относящегося к определенному климатическому региону, рассчитать составляющие тепловых потерь: тепловые потери теплопередачей через наружные ограждения с учетом инфильтрации здания и расходы теплоты на вентиляцию

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные технологические процессы в системах энергообеспечения предприятий, основные параметры и современные технические характеристики элементов и объектов энергосилового хозяйства потребителей и основные характеристики используемых энергоресурсов	1. Типы систем теплоснабжения и горячего водоснабжения? 2. Потребители тепла и параметры теплоносителей в системах теплоснабжения?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

- Вопрос 1. Теплота сгорания топлива.
- Вопрос 2. Классификация котлов. Основные характеристики котельных агрегатов.
- Вопрос 3. Определить расход теплоты на отопление производственного здания

Процедура проведения

Студенты выбирают случайным образом билет, готовят в течение регламентированного времени в экзаменационной аудитории письменный ответ на бумаге, далее комментируют преподавателю-экзаменатору подготовленные ответы, при необходимости отвечают на возникающие дополнительные вопросы экзаменатора по темам билета.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1пк-3 Осуществляет координацию персонала и структурных подразделений организации, взаимодействие с контрагентами при обеспечении электрической энергией производственных и иных объектов

Вопросы, задания

- 1.7. Системы теплоснабжения. Виды теплоснабжения. Источники теплоты. Теплофикация.
- 8. Типы систем теплоснабжения. Типы систем горячего водоснабжения.
- 9. Потребители тепла. Параметры теплоносителей в системах теплоснабжения.
- 10. Тепловой баланс производственного помещения.
- 11. Системы водоснабжения. Производственное водоснабжение. Элементы водопроводных сетей.
- 12. Расчет водопроводов.
- 13. Системы водоотведения. Элементы канализационных сетей, их устройство.
- 14. Расчет канализации. Скорость и уклон.
- 15. Очистка и охлаждение вод.
- 2.1. Термодинамические системы и их параметры. Термодинамические процессы.
- 2. Параметры состояния. Термодинамические параметры.
- 3. Теплопроводность. Уравнения теплопроводности для многослойных стенок.
- 4. Конвективный теплообмен. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Коэффициент теплоотдачи.
- 5. Теплопередача. Составляющие плотности теплового потока. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.
- 6. Теплоносители. Виды и характеристики теплоносителей.
- 3.16. Методы расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Расход теплоносителей.
- 17. Движение теплоносителя в теплообменных аппаратах. Характер изменения температур теплоносителей с учетом их теплоемкостей. Средний температурный напор.
- 18. Теплообменные аппараты: общая классификация и по принципу действия.
- 19. Рекуперативные ТА, их виды. Особенности ребристых и спиральных ТА.
- 20. Кожухотрубные ТА, их классификация. Особенности секционных ТА.

21. Пластинчатые ТА: конструкция, характеристики.
22. Регенеративные теплообменники.
- 4.23. Топливо, его виды, направления использования. Элементарный состав топлива. Различия в составах твердых, жидких и газообразных топлив.
24. Сухая и горючая масса топлива. Зольность, влажность, летучие.
25. Теплота сгорания топлива.
26. Процессы горения топлива, их виды; особенности горения твердых, жидких и газообразных топлив.
27. Расчеты горения топлив. Температуры горения (t_k , t_g , $t_{дейст}$).
28. Состав продуктов горения топлив.
29. Способы сжигания топлив.
- 5.30. Котельная установка. Технологическая схема котла.
31. Классификация котлов. Основные характеристики котельных агрегатов.
32. Компоновка котельных агрегатов. Основные элементы котельного агрегата. Их назначение.
33. Самотяга дымовой трубы, ее определение, схема и расчет. Тягодутьевые устройства. Их выбор.
34. Тепловой баланс котельного агрегата. Тепловые потери, КПД и расход топлива КА.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие теплообменные аппараты не относятся к поверхностному виду?

Ответы:

- а) сопловые
- в) кожухотрубные
- в) оросительные
- г) спиральные

Верный ответ: а) сопловые

2. Какой вид потерь тепла не входит в энергобаланс котельного агрегата?

Ответы:

- а) с уходящими газами
- б) от химического недожога топлива
- в) с физической теплотой шлака
- г) от протечек пара через внутренние зазоры
- д) от механического недожога
- е) в окружающую среду через внешние ограждения

Верный ответ: г) от протечек пара через внутренние зазоры

3. Какой из трактов энергетического котла обособлен от остальных?

Ответы:

- а) газовоздушный
- б) пароводяной
- в) топливный
- г) золошлакоудаления

Верный ответ: б) пароводяной

4. Какая из составляющих в расчете теплового баланса производственного помещения не зависит от его конструктивных параметров?

Ответы:

- а) потери тепла через ограждающие конструкции
- б) расход тепла на инфильтрацию
- в) расход тепла на подогрев холодных предметов
- г) тепловыделения в помещении

Верный ответ: в) расход тепла на подогрев холодных предметов

5. Какой из способов сжигания топлива применим для жидких и газообразных топлив?

Ответы:

- а) слоевой
- б) факельный
- в) вихревой
- г) в кипящем слое

Верный ответ: б) факельный

6.Какой схемы производственного водоснабжения не существует?

Ответы:

- а) параллельная
- б) прямоточная
- в) последовательная
- г) оборотная

Верный ответ: а) параллельная

7.Какого вида канализации по её назначению не бывает?

Ответы:

- а) бытовая
- б) производственная
- в) ливневая
- г) очистительная

Верный ответ: г) очистительная

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-3} Использует нормативные правовые акты, отраслевые и корпоративные нормы и правила в сфере электроснабжения промышленных предприятий и иных объектов, в сфере организации электрического хозяйства потребителей

Вопросы, задания

- 1.35. Типы и классификация нагнетательных машин.
36. Основные параметры нагнетательных машин. Расчет напора. Режим нагнетатель-сеть.
37. Принцип действия центробежных машин. Формула Эйлера.
38. Виды рабочих лопаток ЦМ, влияние β_2 на величину напора.
39. Работа и мощность нагнетателя. Потери энергии, их виды, КПД.
40. Подобие центробежных машин. Коэффициент быстроходности.
41. Групповая работа нагнетателей. Виды соединений нагнетателей.
- 2.42. Виды центробежных насосов, применяемых в теплоэнергетике. Формы их рабочих колес.
43. Способы регулирования подачи центробежных насосов.
44. Кавитация. Высота всасывания.
45. Поршневые насосы. Действительная индикаторная диаграмма. Регулирование подачи.
46. Центробежные вентиляторы. Расчет давления ЦВ.
47. Мощность и коэффициент быстроходности центробежного вентилятора. Способы регулирования подачи.
48. Компрессоры, их классификация. Характеристики компрессора. Работа процесса сжатия.
49. Поршневые компрессоры. Рабочие характеристики. Многоступенчатое сжатие ПК.
50. Способы регулирования подачи поршневых компрессоров.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какой из приведенных видов теплообмена не является элементарным?

Ответы:

- а) конвективная теплоотдача
- б) теплопроводность

- в) теплопередача
- г) тепловое излучение

Верный ответ: в) теплопередача

2. Какой вид теплоносителей бывает только в одном агрегатном состоянии?

Ответы:

- а) низкотемпературные теплоносители
- б) горячие теплоносители
- в) высокотемпературные теплоносители
- г) горячие продукты сгорания

Верный ответ: г) горячие продукты сгорания

3. Какой тип оборудования не является нагнетательным аппаратом?

Ответы:

- а) насос
- б) компрессор
- в) турбина
- г) вентилятор

Верный ответ: в) турбина

4. От какой из перечисленных характеристик нагнетательного аппарата зависят остальные?

Ответы:

- а) подача
- б) напор
- в) мощность
- г) КПД

Верный ответ: а) подача

5. Какой из перечисленных способов регулирования подачи применим и для объемных, и для динамических нагнетателей?

Ответы:

- а) дросселирование
- б) впуск воздуха во всасывающий патрубок
- в) обрезка рабочих колёс
- г) изменение частоты вращения приводного двигателя

Верный ответ: г) изменение частоты вращения приводного двигателя

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Расчетное задание (вопрос 3) выполнено полностью и без ошибок. На теоретические вопросы 1 и 2 билета даны не совсем полные, но верные ответы. Студент правильно отвечает на уточняющие вопросы экзаменатора по темам билета.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: Расчетное задание (вопрос 3) выполнено, возможно, с незначительными расчетными ошибками, методически не искажающими суть расчетов. На теоретические вопросы 1 и 2 билета даны не совсем полные и более чем на 60 % верные ответы. Студент правильно отвечает на дополнительные вопросы экзаменатора по темам билета.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 35

Описание характеристики выполнения знания: Расчетное задание (вопрос 3) выполнено, возможно, с незначительными расчетными ошибками, методически не искажающими суть расчетов. На теоретические вопросы 1 и 2 билета даны неполные и более чем на 60 % неверные ответы. Студент не совсем правильно отвечает на дополнительные вопросы экзаменатора по темам билета.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Не выполнено расчетное задание (вопрос 3), теоретические вопросы 1 и 2 не раскрыты, даны неверные и неполные ответы. Студент неправильно отвечает (не отвечает) на дополнительные вопросы экзаменатора по темам билета.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу определяется как среднее арифметическое между экзаменационной оценкой и средневзвешенной семестровой оценкой.