

**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  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Ю.В.

Кошарная

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка  
подписи)

## 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 <sub>ПК-3</sub> 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 <sub>ПК-3</sub> Использует	Знать:	Конструкторский и тепловой расчет теплообменного аппарата

	<p>нормативные правовые акты, отраслевые и корпоративные нормы и правила в сфере электроснабжения промышленных предприятий и иных объектов, в сфере организации электрического хозяйства потребителей</p>	<p>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</p>	<p>поверхностного типа (Контрольная работа)  Расчет параметров продуктов сгорания топлива и теплового баланса котельного агрегата (Контрольная работа)</p>
--	---	--	--

## 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	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Как строятся эпюры изменения температур теплоносителей пароводяного и водоводяного теплообменных аппаратов с учетом их теплоемкостей?</li><li>2. От чего зависит выбор конструктивного исполнения теплообменного аппарата поверхностного типа?</li><li>3. Как определить плотность, теплоемкость и теплопроводность воды и водяного пара?</li></ol>
--	--

#### 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

### 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*



### 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

## 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

# 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 ( $t_k$ ,  $t_t$ ,  $t_{дейст}$ ).
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<sub>ПК-3</sub> 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  $\beta_2$  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.

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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