

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Энергетические установки предприятий**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|                                                                                   | Владелец                                           | Ситас В.И.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R5d717191-SitasVI-5fc02b9b |

(подпись)

В.И. Ситас

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Яворовский Ю.В.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149 |

(подпись)

Ю.В.

Яворовский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Яворовский Ю.В.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149 |

(подпись)

Ю.В.

Яворовский

(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 Способен участвовать в эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

ИД-3 Способен организовать техническое обеспечение и эксплуатацию теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Оценка эффективности комбинированного производства тепловой и электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ (Контрольная работа)
2. Приводные ГТУ и газовые турбины (Контрольная работа)
3. Тепловые схемы и энергетические показатели (Контрольная работа)
4. Тепловые схемы и энергетические показатели (Контрольная работа)
5. Энергетические характеристики промышленных турбокомпрессоров (Контрольная работа)

### БРС дисциплины

2 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                                                                          | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   | 16   |
| Тепловые схемы и энергетические показатели                                                               |                                 |      |      |      |      |      |
| Тепловые схемы и энергетические показатели теплофикационных паросиловых установок                        | +                               |      |      |      |      |      |
| Расчёт энергетических показателей паросиловых установок с помощью ЭВМ                                    | +                               |      |      |      |      |      |
| Оценка эффективности комбинированного производства тепловой и электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ |                                 |      |      |      |      |      |
| Оценка эффективности комбинированного производства тепловой и электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ |                                 |      | +    |      |      |      |
| Тепловые схемы и энергетические показатели                                                               |                                 |      |      |      |      |      |
| Тепловые схемы и энергетические показатели газотурбинных установок                                       |                                 |      |      | +    |      |      |

|                                                                                              |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Тепловые схемы и энергетические показатели парогазовых установок                             |    |    | +  |    |    |
| Энергетические характеристики промышленных турбокомпрессоров                                 |    |    |    |    |    |
| Энергетические характеристики промышленных турбокомпрессоров                                 |    |    |    | +  | +  |
| Приводные ГТУ и газовые турбины                                                              |    |    |    |    |    |
| Приводные ГТУ и газовые турбины, использующие избыточное давление технологических газов ГУБТ |    |    |    | +  | +  |
| Регулируемые приводы с гидромуфтами                                                          |    |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:                                                                                      | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                          | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | ИД-3ПК-3 Способен организовать техническое обеспечение и эксплуатацию теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ | <p>Знать:</p> <p>Современные методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах</p> <p>Знать и формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов</p> <p>Уметь:</p> <p>анализировать научно-техническую информацию по тематике систем теплоэнергетики,</p> | <p>Тепловые схемы и энергетические показатели (Контрольная работа)</p> <p>Оценка эффективности комбинированного производства тепловой и электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ (Контрольная работа)</p> <p>Тепловые схемы и энергетические показатели (Контрольная работа)</p> <p>Энергетические характеристики промышленных турбокомпрессоров (Контрольная работа)</p> <p>Приводные ГТУ и газовые турбины (Контрольная работа)</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | теплотехники и<br>теплотехнологии;<br>рассчитывать<br>теплоэнергетические и<br>материальные балансы<br>теплоэнергетических<br>систем<br>уметь определять<br>потребности производства<br>в топливно-энергетических<br>ресурсах, подготовке<br>обоснований технического<br>перевооружения, развития<br>энергохозяйства,<br>реконструкции и<br>модернизации<br>предприятий – источников<br>энергии и систем<br>энергоснабжения |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Тепловые схемы и энергетические показатели**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на контрольные вопросы по билетам. На подготовку студенту дается время исходя из количества вопросов в билете - 3 вопроса по 25 мин. на подготовку вопроса.

**Краткое содержание задания:**

Предоставьте развернутый ответ на представленные в билете вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Знать и формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов | 1.Какие подсистемы включает расчётная схема паросиловой установки с условным регенеративным отбором<br>2.Перечислить основные параметры и энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных паросиловых установок<br>3.Описать Отнесение затрат топлива энергетическими котлами паросиловых установок на электроэнергию и теплоту |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, правильно ответившему все практические вопросы билета, показав, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно и применяет свои знания для решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, в основном правильно ответившему все практические вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, ответившему ее менее чем на 2 вопроса билета, но допустившему при этом принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

### **КМ-2. Оценка эффективности комбинированного производства тепловой и электрической энергии на паротурбинной ТЭЦ**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на контрольные вопросы по билетам. На подготовку студенту дается время исходя из количества вопросов в билете - 3 вопроса по 25 мин. на подготовку вопроса.

**Краткое содержание задания:**

Предоставьте развернутый ответ на представленные в билете вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Современные методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах | 1.Перечислить основные элементы тепловой схемы и особенности паротурбинных промышленно-отопительных ТЭЦ.<br>2.Как осуществляется выбор установленной мощности котельного и турбинного оборудования ТЭЦ. Перечислить критерии выбора топлива для технологических и энергетических агрегатов и установок, входящих в структуру ТЭС<br>3.Привести данные по расчёту энергетических показателей паротурбинных промышленно-отопительных ТЭЦ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, правильно ответившему все практические вопросы билета, показав, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно и применяет свои знания для решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, в основном правильно ответившему все практические вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, ответившему ее менее чем на 2 вопроса билета, но допустившему при этом принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

**КМ-3. Тепловые схемы и энергетические показатели**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на контрольные вопросы по билетам. На подготовку студенту дается время исходя из количества вопросов в билете - 3 вопроса по 25 мин. на подготовку вопроса.

**Краткое содержание задания:**

Предоставьте развернутый ответ на представленные в билете вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать научно-техническую информацию по тематике систем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии; рассчитывать теплоэнергетические и материальные балансы теплоэнергетических систем | 1.Описать алгоритм расчета тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС<br>2.Перечислить основные положения для расчёта коэффициента недовыработки мощности пара условного регенеративного, производственного и отопительного отборов<br>3.Привести алгоритм выбора паротурбинных установок для промышленных ТЭЦ с помощью ЭВМ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, правильно ответившему все практические вопросы билета, показав, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно и применяет свои знания для решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, в основном правильно ответившему все практические вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, ответившему ее менее чем на 2 вопроса билета, но допустившему при этом принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

#### **КМ-4. Энергетические характеристики промышленных турбокомпрессоров**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на контрольные вопросы по билетам. На подготовку студенту дается время исходя из количества вопросов в билете - 3 вопроса по 25 мин. на подготовку вопроса.

#### **Краткое содержание задания:**

Предоставьте развернутый ответ на представленные в билете вопросы

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: уметь определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготовке обоснований технического перевооружения, развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации предприятий – источников энергии и систем энергоснабжения | 1.Показать термодинамические циклы ПГУ: ПГУсо сбросом газов в паровой котел и ПГУ с котлами-утилизаторами (ПГУКУ).<br>2.Привести методику определения удельной работы турбокомпрессора и характеристики отечественных ЦБК и ОК |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, правильно ответившему все практические вопросы билета, показав, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно и применяет свои знания для решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, в основном правильно ответившему все практические вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, ответившему ее менее чем на 2 вопроса билета, но допустившему при этом принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

**КМ-5. Приводные ГТУ и газовые турбины**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на контрольные вопросы по билетам. На подготовку студенту дается время исходя из количества вопросов в билете - 3 вопроса по 25 мин. на подготовку вопроса.

**Краткое содержание задания:**

Предоставьте развернутый ответ на представленные в билете вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: уметь определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготовке обоснований технического перевооружения, развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации предприятий – источников энергии и систем энергоснабжения | 1. Как рассчитывается работа компрессора ГТУ на сжатие 1 кг идеального газа и работа идеального газа в турбине ГТУ<br>2. Описать рабочую зону компрессора ГТУ и границу помпажа. Привести уравнение характеристики турбины ГТУ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: выставляется студенту, правильно ответившему все практические вопросы билета, показав, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно и применяет свои знания для решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, в основном правильно ответившему все практические вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется студенту, ответившему ее менее чем на 2 вопроса билета, но допустившему при этом принципиальные ошибки не более, чем в одном вопросе

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Особенности тепловых схем теплоэнергетических систем, объектов теплоэнергетики
2. Расчётная схема паросиловой установки с условным регенеративным отбором
3. Принципиальная технологическая схема ГТУ. Идеальный термодинамический цикл и параметры ГТУ.

### Процедура проведения

Студент самостоятельно вытягивают билеты из предложенных вариантов. Время на подготовку к ответу 40 минут. Ответы на вопросы билета и дополнительные вопросы, задаваемые преподавателем в ходе экзамена, осуществляются индивидуально. Преподаватель ставит студенту отметку, сообщает её студенту и может, по своему усмотрению, задать дополнительные уточняющие вопросы по просьбе студента, если последний не согласен с отметкой. В результате достигается полное понимание студентом поставленной за экзамен отметки.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-3 Способен организовать техническое обеспечение и эксплуатацию теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

### Вопросы, задания

1. Параметры и энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных паросиловых установок
2. Расчёт энергетических показателей паротурбинных промышленно-отопительных ТЭЦ.
3. Работа идеального газа в тур-бине ГТУ
4. Расчётная электрическая мощность ГТУ ТЭЦ

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Работа идеального газа в тур-бине ГТУ
2. Тепловая схема и особенности паротурбинных промышленно-отопительных ТЭЦ
3. Треугольники скоростей газа в турбокомпрессоре. Зоны устойчивой работы у ЦБК и ОК

### *II. Описание шкалы оценивания*

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

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