

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Экономика и управление на энергопредприятии**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Никифорова Д.В.
	Идентификатор	Redb9b109-KhitrovaDV-bd905102

Д.В.  
Никифорова

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крыленко Е.Е.
	Идентификатор	R753cd28c-GudkovaYY-c67582a9

Е.Е. Крыленко

## **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. УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

ИД-4 Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества

2. ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

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

ИД-2 Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа №2 «Расчеты экономии энергии от внедрения энергосберегающих мероприятий в энергетике, промышленности и ЖКХ» (Контрольная работа)

3. Тест «Перевод энергетических величин» (Тестирование)

4. Тест по лекциям «Основные термины и определения, принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки» (Коллоквиум)

**БРС дисциплины**

## 8 семестр

### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Перевод энергетических величин» (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования» (Контрольная работа)
- КМ-3 Тест по лекциям «Основные термины и определения, принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем» (Тестирование)
- КМ-4 Контрольная работа №2 «Расчеты экономии энергии от внедрения энергосберегающих мероприятий в энергетике, промышленности и ЖКХ» (Контрольная работа)
- КМ-5 Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки» (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	3	7	10	12	13
Актуальность энергосбережения и нормативная база						
Актуальность рационального использования энергетических ресурсов в России и в мире	+	+	+			+
Методы и критерии оценки эффективности использования энергии	+	+	+	+		+
Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения. Нормирование потребления энергоресурсов	+	+	+			+
Методы энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологии						
Энергетические балансы потребителей топливно-энергетических ресурсов		+			+	+
Методы энергосбережения при производстве тепловой энергии	+	+	+	+	+	+
Энергосбережение в системах транспорта и распределения тепловой энергии		+	+	+	+	+
Вторичные энергетические ресурсы				+	+	+
Энергосбережение в теплотехнологиях				+	+	+
Рациональное использование энергии в зданиях и сооружениях					+	+
Энергосбережение при электроснабжении потребителей					+	+
Энергоаудит и учет энергетических ресурсов						
Учет энергетических ресурсов						+
Основы энергоаудита						+
<b>Вес КМ:</b>		15	25	10	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
УК-8	ИД-4 <sub>УК-8</sub> Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества	<p>Знать:</p> <p>основные подходы к нормированию негативного воздействия объектов профессиональной деятельности на окружающую среду</p> <p>основные принципы обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития основной и понятийный аппарат в области экологической безопасности и устойчивого развития</p> <p>Уметь:</p> <p>учитывать принципы устойчивого развития при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p>	<p>КМ-2 Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Тест по лекциям «Основные термины и определения, принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем» (Тестирование)</p> <p>КМ-5 Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки» (Коллоквиум)</p>

			проводить оценку степени негативного влияния объектов профессиональной деятельности на окружающую среду	
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники		Знать: нормативно-правовую и нормативно-техническую документацию, используемую при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники	КМ-5 Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки» (Коллоквиум)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники		Знать: принципиальные схемы теплоэнергетических и теплотехнических систем и энергоэффективное оборудование, применяемое в энергетике, промышленности и на объектах ЖКХ Коллоквиум классификацию топливно-энергетических ресурсов, области их применения и перевод энергетических величин Уметь: определять затраты различных видов топливно-энергетических	КМ-1 Тест «Перевод энергетических величин» (Тестирование) КМ-2 Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования» (Контрольная работа) КМ-3 Тест по лекциям «Основные термины и определения, принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем» (Тестирование)

		ресурсов, необходимых для обеспечения работы теплоэнергетических и теплотехнических систем	
ПК-1	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	<p>Знать:</p> <p>показатели энергетической эффективности теплоэнергетических и теплотехнических систем</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить расчеты полезных затрат и потерь энергетических ресурсов на объектах теплоэнергетики и теплотехники, составлять и анализировать энергетические балансы промышленных предприятий, технологических установок, аппаратов, зданий и сооружений определять экономию энергетических ресурсов при внедрения энергосберегающих мероприятий, оценивать экономический эффект и экологические преимущества от их внедрения</p>	<p>КМ-4 Контрольная работа №2 «Расчеты экономии энергии от внедрения энергосберегающих мероприятий в энергетике, промышленности и ЖКХ» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-5 Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки» (Коллоквиум)</p>
РПК-1	ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Определяет	Знать:	КМ-5 Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов

	<p>показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования</p>	<p>показатели энергетической эффективности оборудования, применяемого в энергетике, промышленности и на объектах ЖКХ, балансовые соотношения для анализа энергопотребления, принципы работы энергосберегающего оборудования, методы учета тепловой и электрической энергии  Уметь:  определять затраты различных видов топливно-энергетических ресурсов, необходимых для обеспечения работы оборудования</p>	<p>«теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки»  (Коллоквиум)</p>
--	----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

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

### КМ-1. Тест «Перевод энергетических величин»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На работу отводится 10-15 минут в конце занятия. За это время студент должен правильно решить 3 простых задания на перевод величин.

#### Краткое содержание задания:

Студент должен уметь переводить единицы измерения количества энергии в условное топливо и наоборот.

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: классификацию топливно-энергетических ресурсов, области их применения и перевод энергетических величин	<p>1. Вариант 1.</p> <p>1. Предприятие потребляет 100 тыс. тонн угля в год (<math>Q_{\text{нр}} = 5400</math> ккал/кг). Сколько условного топлива потребляет предприятие?</p> <p>2. Предприятие потребляет из энергосистемы 5 млн. кВт·ч в год электроэнергии. Определить располагаемое предприятием количество энергии в условном топливе.</p> <p>3. Определить удельные затраты условного топлива на выработку электроэнергии на ТЭЦ мощностью 5 МВт, если известно, что КПД равно 0.38.</p> <p>Вариант 2.</p> <p>1. Предприятие потребляет 100 тыс. тонн условного топлива в год. Определить эквивалентный расход газа (<math>Q_{\text{нр}} = 8400</math> ккал/м<sup>3</sup>).</p> <p>2. Предприятие потребляет 1 млн. кВт·ч в год электроэнергии. Определить затраты условного топлива на производство этой электроэнергии, если КПД ТЭЦ составляет 0.38.</p> <p>3. Определить удельные затраты условного топлива на выработку тепловой энергии на котельной с тепловой производительностью 10 Гкал/час и с КПД, равным 0.8.</p>

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* все три примера решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение результатов от правильных)

*Оценка: 4 («хорошо»)*

Описание характеристики выполнения знания: -

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: -

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Отлично»

**КМ-2. Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На контрольную работу отводится два академических часа. За это время студенту предлагается решить две задачи и ответить на один теоретический вопрос по материалам лекций.

**Краткое содержание задания:**

Задачи про энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки						
Знать: основные принципы обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития	1. Укажите объемы мирового потребления ТЭР и динамику их изменения Укажите объем и структуру топливно-энергетического баланса России сейчас и на ближайшую перспективу Потенциал энергосбережения в России. Понятие. Структура по отраслям Поясните причины возникновения тепловых потерь при нарушении теплового и гидравлического режима тепловой сети и методы устранения этих потерь Термодинамические показатели эффективности использования энергии Технические (натуральные) критерии эффективности использования энергии Потери энергии при распределении тепловой энергии и меры борьбы с ними Обоснуйте актуальность энергосбережения в России						
Уметь: определять затраты различных видов топливно-энергетических ресурсов, необходимых для обеспечения работы теплоэнергетических и теплотехнических систем	1. <table border="1"><thead><tr><th></th><th>Вариант № 1</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td>Обоснуйте актуальность энергосбережения в России.</td></tr><tr><td>2.</td><td>Промышленное предприятие в течение года потребляет: природного газа - <math>15 \cdot 10^6</math> нм<sup>3</sup> (<math>Q_{рн} = 30</math> МДж/ нм<sup>3</sup>), мазута - <math>1,2 \cdot 10^3</math> т (<math>Q_{рн} = 10000</math> ккал/ кг), угля - <math>9 \cdot 10^4</math> т (<math>Q_{рн} = 4500</math> ккал/ кг). Определите потребность предприятия в</td></tr></tbody></table>		Вариант № 1	1.	Обоснуйте актуальность энергосбережения в России.	2.	Промышленное предприятие в течение года потребляет: природного газа - $15 \cdot 10^6$ нм <sup>3</sup> ( $Q_{рн} = 30$ МДж/ нм <sup>3</sup> ), мазута - $1,2 \cdot 10^3$ т ( $Q_{рн} = 10000$ ккал/ кг), угля - $9 \cdot 10^4$ т ( $Q_{рн} = 4500$ ккал/ кг). Определите потребность предприятия в
	Вариант № 1						
1.	Обоснуйте актуальность энергосбережения в России.						
2.	Промышленное предприятие в течение года потребляет: природного газа - $15 \cdot 10^6$ нм <sup>3</sup> ( $Q_{рн} = 30$ МДж/ нм <sup>3</sup> ), мазута - $1,2 \cdot 10^3$ т ( $Q_{рн} = 10000$ ккал/ кг), угля - $9 \cdot 10^4$ т ( $Q_{рн} = 4500$ ккал/ кг). Определите потребность предприятия в						

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки	
		первичном топливе.
	3.	Определите экономию тепловой энергии при нанесении изоляции на паропровод диаметром 200 мм и длиной 10 м, работающий непрерывно в течение года. Температура теплоносителя 130°C. Паропровод проложен в помещении с температурой 22 °С. Степень черноты паропровода и изоляции принять равной 0,9. Толщина изоляции ( $d = 20$ мм) обеспечивает температуру на ее поверхности 40°C.
		Вариант № 2
	1.	Условное топливо. Нефтяной эквивалент. Теплотворная способность различных видов топлива.
	2.	На предприятии для нужд ТЭЦ и технологии потребляется $80 \cdot 10^6$ кг/год мазута, теплотворная способность которого 10000 ккал/кг, $60 \cdot 10^6$ кг/год из которых используется на ТЭЦ для выработки электроэнергии и тепла. Известно, что на ТЭЦ вырабатывается $40 \cdot 10^3$ Гкал/год при $b_T = 60$ кг у.т./ГДж. Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии $b_{Э} = 320$ г у.т./кВт·ч. Из энергосистемы предприятие потребляет 30 млн. кВт·ч/год. Определите количество вырабатываемой на ТЭЦ электроэнергии и общие затраты энергии на предприятии в т у.т.
	3.	В помещении с температурой 20 °С, проложено 15 м изолированного паропровода (температура пара 160 °С), наружный диаметр которого 400 мм, а температура поверхности 30 °С, степень черноты принять 0,85. Найти тепловые потери за счет излучения и конвекции.

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* - обе задачи решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение полученных численных значений от правильных); - дан развернутый и исчерпывающий ответ на теоретический вопрос

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* - обе задачи решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение чисел от правильных); - на теоретический вопрос студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* - правильно решена одна задача (доведена до ответа), указан логичный ход решения, размерности, формулы и ответы в числах, но допущены некоторые ошибки; - вторая задача не решена, решена не полностью или при ее решении допущены грубые ошибки; - на теоретический вопрос студент дал неправильный ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

**КМ-3. Тест по лекциям «Основные термины и определения, принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На работу отводится 10-15 минут в конце практического занятия. В работе студенту предлагается изобразить схему тепловой, а также указать их средний КПД. Кроме того следует несколько общих вопросов по материалам лекций, ответы на которые следует выбрать из предложенных вариантов.

**Краткое содержание задания:**

Тест на знание принципиальных схем и устройства источников тепловой и электрической энергии, на основные термины и определения по материалам лекций

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основной и понятийный аппарат в области экологической безопасности и устойчивого развития	<p>1.Вариант 2. Изобразите схему газотурбинной ТЭС. Поясните обозначения элементов схемы. Укажите средний КПД такой станции. Что понимается под понятием «энергоёмкость внутреннего валового продукта»? Что такое низшая теплота сгорания топлива? Что такое технологическое топливное число.</p> <p>2.Вариант 3. Изобразите схему котельной. Поясните обозначения элементов схемы. Укажите средний КПД котельных установок. К каким критериям эффективности можно отнести эксергетический КПД?</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>Что такое теплотворная способность топлива? Приведите пример горючих ВЭР.</p>
<p>Знать: принципиальные схемы теплоэнергетических и теплотехнических систем и энергоэффективное оборудование, применяемое в энергетике, промышленности и на объектах ЖКХ Коллоквиум</p>	<p>1. Вариант 1. Изобразите схему паротурбинной ТЭС. Поясните обозначения элементов схемы. Укажите средний КПД такой станции. Какие энергетические ресурсы относятся к вторичным энергоресурсам? Выберите технический показатель энергетической эффективности. Чему равняется низшая теплота сгорания мазута?</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Схема изображена в целом верно, указаны основные ее элементы, их обозначения разъяснены. Указано правильное значение КПД. Даны правильные ответы на вопросы по лекциям.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Схема изображена в целом верно, указаны основные ее элементы, некоторые их обозначения не разъяснены или указаны неправильно. Указано правильное значение КПД. Даны в основном правильные ответы на вопросы по лекциям.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Схема изображена частично неправильно, но без грубых ошибок, указаны основные ее элементы, некоторые их обозначения не разъяснены или указаны неправильно. Даны частично правильные ответы на вопросы по лекциям.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Схема изображена с грубыми ошибками. Элементы схемы частично не разъяснены или разъяснены неправильно. Неправильно указано значение КПД. Не даны правильные ответы на вопросы по лекциям.

**КМ-4. Контрольная работа №2 «Расчеты экономии энергии от внедрения энергосберегающих мероприятий в энергетике, промышленности и ЖКХ»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На контрольную работу отводится два академических часа. За это время студенту предлагается решить две задачи и ответить на один теоретический вопрос по материалам лекций.

### Краткое содержание задания:

Итоговая контрольная работа семестра, в которую входят задачи про энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии, задачи про энергосбережение в технологических процессах, задачи про использование тепловых ВЭР и ВЭР избыточного давления, а также про энергосбережение в системах отопления и вентиляции.

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить расчеты полезных затрат и потерь энергетических ресурсов на объектах теплоэнергетики и теплотехники, составлять и анализировать энергетические балансы промышленных предприятий, технологических установок, аппаратов, зданий и сооружений	1.
	Вариант № 1
	1. Основные критерии эффективности использования энергии, их характеристика.
	2. Производство одного и того же количества продукции возможно с помощью применения двух видов топлива: 1173 т угля ( $Q_{рн} = 25$ МДж/кг) и 0.915 млн. м <sup>3</sup> природного газа ( $Q_{рн} = 7650$ ккал/м <sup>3</sup> ). Определить, в каком случае затраты первичного условного топлива будут выше.
	3. Определите экономию топлива при использовании теплонасосной установки для отопления вместо котельной. Тепловая нагрузка 11600 кВт, коэффициент трансформации тепла равен 3. Коэффициент полезного действия электрических сетей составил 0,95, коэффициент полезного действия котельной – 0,85. Удельный расход топлива на производство электроэнергии принять средний по стране.
	Вариант № 2
	1. Поясните причины возникновения тепловых потерь при нарушении теплового и гидравлического режима тепловой сети и методы устранения этих потерь.
	2. Определите годовую экономию топлива при повышении КПД промышленной котельной. Теплопроизводительность 120 ГДж/ч, годовое число часов использования 4300 ч., топливо – природный газ ( $Q_{рн} = 33,7$ МДж/м <sup>3</sup> ), среднегодовой КПД 0,78. В результате энергосберегающих мероприятий КПД котельной установки повысился до 0,85.
	3. Определите экономию тепла для теоретической сушилки на испарение 20 кг влаги при увеличении температуры $t_1$ на 20%, если известны параметры сушильного агента на входе $t_1 = 150$ °С, а на выходе $t_2 = 60$ °С. Начальные параметры сушильного агента $d_0 = 5$ з/кг, $t_0 = 20$ °С.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* - обе задачи решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение полученных численных значений от правильных); - дан развернутый и исчерпывающий ответ на теоретический вопрос

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* - обе задачи решены правильно, указан ход решения, размерности, формулы и ответы в числах (допускается небольшое отклонение чисел от правильных); - на теоретический вопрос студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* - правильно решена одна задача (доведена до ответа), указан логичный ход решения, размерности, формулы и ответы в числах, но допущены некоторые ошибки; - вторая задача не решена, решена не полностью или при ее решении допущены грубые ошибки; - на теоретический вопрос студент дал неправильный ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

**КМ-5. Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту предлагается устно ответить на несколько вопросов из разных разделов курса, при необходимости пояснить свой ответ формулами и схемами. Студент должен продемонстрировать знание основных определений, умение объяснить ход решения задач, разобранных в течение семестра, понимание основных процессов, происходящих в тепломассообменных аппаратах, и методик их расчета. По просьбе преподавателя студент должен продемонстрировать правильно решенные задачи, которые разбирались ранее на занятиях в течение семестра в рамках данной дисциплины. Время беседы с преподавателем может составлять 10-15 минут. Студент не должен иметь задолженностей по другим мероприятиям текущего контроля.

**Краткое содержание задания:**

Проводится по всем разделам курса, которые разбираются на практических занятиях.

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные подходы к нормированию негативного воздействия объектов	<b>1.Задача 3.3.</b> Оцените сокращение выбросов диоксида углерода, если в результате проведения энергосберегающих мероприятий в системе отопления предприятия, находящегося в городе ( <b>см табл.</b> – отопительный период $n$ ), удалось снизить потребление тепловой энергии на $\Delta Q$ . Задано <b>топливо</b> , используемое предприятием для получения тепловой энергии на котельной. Коэффициент полезного

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки								
профессиональной деятельности на окружающую среду	действия котельной $\eta$ . КПД передачи теплоты по тепловой сети $\eta_{ТС}$ . Удельные выбросы диоксида углерода составляют $mCO_2$ .								
	№	город	п, сут.	$\Delta Q$ , Гкал/ч	топливо	$Q_{нр}$ , МДж/нм <sup>3</sup> (кг)	$\eta$	$\eta_{ТС}$	$mCO_2$ , г/м <sup>3</sup> (кг/т)
	0	Иркутск	23 2	0.1	газ	31	0.9	0.9	1 700
	1	Архангельск	25 0	0.17	мазут	40.3	0.7 5	0.8 9	1600
	2	Екатеринбург	22 1	0.15	уголь	19.8	0.8 4	0.9 8	1800
	3	Астрахань	16 4	0.14	газ	33.9	0.9 2	0.8 8	1600
	4	Белгород	19 1	0.15	мазут	41	0.8 2	0.8 3	2500
	5	Бийск	21 3	0.13	газ	36.5	0.8 1	0.9 4	1800
	6	Брянск	19 9	0.16	мазут	40.1	0.7 1	0.9	2900
	7	Владимир	21 3	0.25	уголь	19.4	0.7 2	0.9 1	2400
	8	Волгоград	17 6	0.22	газ	34.4	0.8	0.9 8	1600
	9	Вологда	22 8	0.14	мазут	41.1	0.7 2	0.8 2	1600
	10	Воркута	30 6	0.28	газ	34.7	0.9 2	0.8 2	1900
	11	Воронеж	19 0	0.25	мазут	40.2	0.8 4	0.9 8	2800
	12	Дмитров	21 6	0.19	мазут	41	0.8 4	0.8 3	1900
	13	Новосибирск	22 1	0.17	уголь	21.7	0.9	0.9 4	2600
	14	Иваново	21 9	0.25	уголь	23.2	0.9 3	0.8 4	1800
	15	Калининград	18 8	0.16	газ	37.9	0.7 2	0.9 4	2300
	16	Калуга	21 0	0.2	уголь	20.2	0.7 1	0.8 2	1700
	17	Кандалакша	26 5	0.21	газ	37.9	0.7	0.9 4	2300
	18	Магадан	27 9	0.1	мазут	41.3	0.7 3	0.8 3	2100
	19	Кемерово	22 7	0.25	газ	35.8	0.8 7	0.8 7	1500
	20	Архангельск	25 0	0.17	мазут	40.6	0.9 1	0.8 2	2200
Знать: нормативно-	1.Задача № 15.1 Составить баланс потребления и использования тепловой энергии								

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>правовую и нормативно-техническую документацию, используемую при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники</p>	<p>предприятием за год («Приложение П» энергетического паспорта потребителя ТЭР (ГОСТ Р 51379-99), (см. табл.).</p> <p>Тепловая энергия используется на предприятии в технологическом процессе и на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения производственных и вспомогательных помещений. Предприятие получает тепловую энергию с сетевой водой от ТЭЦ (1980 Гкал/год) и от ведомственных котельных (1090 Гкал/год). Собственное производство тепловой энергии: в котельной в водогрейных котлах 6410 Гкал/год, в электрочотлах – 670 Гкал/год. По показателям теплосчетчиков расход тепла составил: на технологию (горячая вода) – 6090 Гкал/год, на систему ГВС – 203 Гкал/год, на отопление и вентиляцию – 3045 Гкал/год, сторонние потребители – 812 Гкал/год.</p> <p>Расчетно-нормативное потребление составляет: на технологию (горячая вода) – 5481 Гкал/год, на систему ГВС – 182,7 Гкал/год, на отопление и вентиляцию – 2436 Гкал/год.</p> <p>Расчетно-нормативное потребление с учетом эксплуатационно-неизбежных потерь составляет: на технологию (горячая вода) – 5724,6 Гкал/год, на систему ГВС – 192,85 Гкал/год, на отопление и вентиляцию – 2740,5 Гкал/год.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В соответствии с полученным результатом, в заключительном разделе «Мероприятия по энергосбережению» энергетического паспорта предприятия следует предложите меры по снижению потерь тепловой энергии.</li> <li>2. Отразить баланс в диаграмме, т.е. в процентном соотношении (потребление, сторонние потребители, нормируемые потери и нерациональные потери).</li> <li>3. Составить диаграмму и отобразить нерациональные потери по каждому потребителю.</li> <li>4. Построить гистограмму расхода условного топлива на единицу выработанной тепловой энергии, если КПД<sub>тэц</sub> = 60%, КПД<sub>труб</sub> = 90%, КПД<sub>вневед.кот</sub> = 90%, КПД<sub>кот</sub> = 80%, КПД<sub>эл.кот</sub> = 98%.</li> </ol>
<p>Знать: показатели энергетической эффективности теплоэнергетических и теплотехнических систем</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Условное топливо. Первичное условное топливо. Нефтяной эквивалент. Понятие. Понятие теплотворной способности. Как соотносятся теплотворные способности различных видов топлив. Перевод энергоресурсов в условное топливо. Удельный расход условного топлива на производство тепловой и электрической энергии.</li> <li>2. КПД котлоагрегата брутто/нетто. Принципиальная схема котельного агрегата. Принцип работы. Виды потерь энергии в котлах. Способы энергосбережения. Влияние коэффициента избытка воздуха на КПД. Продувка котла. Использование теплоты продувочной воды.</li> <li>3. Оптимальное распределение нагрузки между котлами.</li> <li>4. Виды потерь энергии в тепловых сетях. Методы расчета. Способы энергосбережения.</li> <li>5. Потери тепла с поверхности трубопровода. Критический диаметр</li> </ol>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																																																																											
	<p>изоляции. [Уравнение теплопередачи (для плоской и цилиндрической стенки, для многослойной стенки). Закон Фурье и закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплопередачи и термическое сопротивление. Потери с излучением.]</p> <p>6. Гидравлическая разбалансировка тепловой сети. Причины, следствия.</p> <p>7. Виды потерь энергии в сушильных установках. Способы энергосбережения. Тепловой баланс сушильной установки. [Все про сушильные установки: области применения; процесс сушки в h-d-диаграмме; удельный расход сушильного агента и удельный расход теплоты; теоретическая и реальная сушилка; сушильные агенты] Многоступенчатая сушка и рециркуляция сушильного агента.</p> <p>8. Виды потерь энергии в выпарных установках. Способы энергосбережения в выпарных установках. [Все про выпарные установки: процессы в выпарной установке; виды температурных депрессий; многоступенчатые выпарные установки – принцип действия; материальный и тепловой баланс выпарной установки; полезный и располагаемый перепад температур]</p> <p>9. Тепловой насос. Область применения. Схема, процесс в T-S и lg(p)-h диаграмме, принцип действия. Коэффициент трансформации. Тепловой баланс. Эксергетический КПД. Коэффициент работоспособности.</p> <p>10. ДГА. Область применения. Схема, процесс в h-S-диаграмме, принцип действия. Область применения.</p> <p>11. Виды потерь тепловой энергии в зданиях и сооружениях и их расчет. Тепловой баланс здания в теплый и холодный период года. Способы энергосбережения в системах отопления и вентиляции.</p> <p>12. Критерии энергоэффективности теплообменных аппаратов. КПД теплообменника. Эффективность теплообменника. Тепловой баланс.</p>																																																																											
<p>Знать: показатели энергетической эффективности оборудования, применяемого в энергетике, промышленности и на объектах ЖКХ, балансовые соотношения для анализа энергопотребления, принципы работы энергосберегающего оборудования, методы учета тепловой и электрической</p>	<p>1. <b>Задача 1.2.</b> Предприятие за год потребляет: природного газа - Г, электрической энергии Э, тепловой энергии Q. Определите приходную часть энергобаланса предприятия и процентную долю каждого энергоносителя в нем.</p> <table border="1" data-bbox="531 1514 1401 2067"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Г, ·106 нм3</th> <th>QнГр, ккал/нм3</th> <th>Э, млн кВт·ч</th> <th>Q, тыс. Гкал</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>0</b></td> <td><b>11</b></td> <td><b>7 950</b></td> <td><b>60</b></td> <td><b>40</b></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>9.6</td> <td>7983</td> <td>29</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6.7</td> <td>8343</td> <td>67</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5.3</td> <td>8039</td> <td>61</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>6.5</td> <td>8070</td> <td>10</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>8.6</td> <td>7555</td> <td>36</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>10.4</td> <td>8234</td> <td>64</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>6.4</td> <td>8023</td> <td>44</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>6.5</td> <td>8032</td> <td>25</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>5.5</td> <td>8078</td> <td>23</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10.9</td> <td>7597</td> <td>47</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>6.6</td> <td>7596</td> <td>47</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>8.8</td> <td>8483</td> <td>43</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>7.3</td> <td>7545</td> <td>68</td> <td>37</td> </tr> </tbody> </table>	№	Г, ·106 нм3	QнГр, ккал/нм3	Э, млн кВт·ч	Q, тыс. Гкал	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>7 950</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	1	9.6	7983	29	36	2	6.7	8343	67	35	3	5.3	8039	61	21	4	6.5	8070	10	42	5	8.6	7555	36	18	6	10.4	8234	64	50	7	6.4	8023	44	34	8	6.5	8032	25	36	9	5.5	8078	23	35	10	10.9	7597	47	43	11	6.6	7596	47	27	12	8.8	8483	43	21	13	7.3	7545	68	37
№	Г, ·106 нм3	QнГр, ккал/нм3	Э, млн кВт·ч	Q, тыс. Гкал																																																																								
<b>0</b>	<b>11</b>	<b>7 950</b>	<b>60</b>	<b>40</b>																																																																								
1	9.6	7983	29	36																																																																								
2	6.7	8343	67	35																																																																								
3	5.3	8039	61	21																																																																								
4	6.5	8070	10	42																																																																								
5	8.6	7555	36	18																																																																								
6	10.4	8234	64	50																																																																								
7	6.4	8023	44	34																																																																								
8	6.5	8032	25	36																																																																								
9	5.5	8078	23	35																																																																								
10	10.9	7597	47	43																																																																								
11	6.6	7596	47	27																																																																								
12	8.8	8483	43	21																																																																								
13	7.3	7545	68	37																																																																								

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки								
энергии	14	9.6	7743	60	49				
	15	5.9	8090	11	20				
	16	9.9	8036	48	32				
	17	8.7	8435	66	37				
	18	5.1	8280	45	25				
	19	5.9	8494	55	42				
Уметь: проводить оценку степени негативного влияния объектов профессиональной деятельности на окружающую среду	<p><b>1.Задача 3.3.</b> Оцените сокращение выбросов диоксида углерода, если в результате проведения энергосберегающих мероприятий в системе отопления предприятия, находящегося в городе (<b>см табл. – отопительный период <math>n</math></b>), удалось снизить потребление тепловой энергии на <math>\Delta Q</math>. Задано <b>топливо</b>, используемое предприятием для получения тепловой энергии на котельной. Коэффициент полезного действия котельной <math>\eta</math>. КПД передачи теплоты по тепловой сети <math>\eta_{ТС}</math>. Удельные выбросы диоксида углерода составляют <math>mCO_2</math>.</p>								
	<b>№</b>	<b>город</b>	<b><math>n</math>, сут.</b>	<b><math>\Delta Q</math>, Гкал/ч</b>	<b>топливо</b>	<b><math>Q_{нр}</math>, МДж/нм<sup>3</sup> (кг)</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b><math>\eta_{ТС}</math></b>	<b><math>mCO_2</math>, г/м<sup>3</sup> (кг/т)</b>
	<b>0</b>	<b>Иркутск</b>	<b>232</b>	<b>0.1</b>	<b>газ</b>	<b>31</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>1 700</b>
	1	Архангельск	250	0.17	мазут	40.3	0.75	0.89	1600
	2	Екатеринбург	221	0.15	уголь	19.8	0.84	0.98	1800
	3	Астрахань	164	0.14	газ	33.9	0.92	0.88	1600
	4	Белгород	191	0.15	мазут	41	0.82	0.83	2500
	5	Бийск	213	0.13	газ	36.5	0.81	0.94	1800
	6	Брянск	199	0.16	мазут	40.1	0.71	0.9	2900
	7	Владимир	213	0.25	уголь	19.4	0.72	0.91	2400
	8	Волгоград	176	0.22	газ	34.4	0.8	0.98	1600
	9	Вологда	228	0.14	мазут	41.1	0.72	0.82	1600
	10	Воркута	306	0.28	газ	34.7	0.92	0.82	1900
	11	Воронеж	190	0.25	мазут	40.2	0.84	0.98	2800
	12	Дмитров	216	0.19	мазут	41	0.84	0.83	1900
	13	Новосибирск	221	0.17	уголь	21.7	0.9	0.94	2600
	14	Иваново	219	0.25	уголь	23.2	0.93	0.84	1800
	15	Калининград	188	0.16	газ	37.9	0.72	0.94	2300

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки									
	16	Калуга	210	0.2	уголь	20.2	0.71	0.82		1700
Уметь: учитывать принципы устойчивого развития при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	17	Кандалакша	265	0.21	газ	37.9	0.7	0.94		2300
	18	Магадан	279	0.1	мазут	41.3	0.73	0.83		2100
	19	Кемерово	227	0.25	газ	35.8	0.87	0.87		1500
	20	Архангельск	250	0.17	мазут	40.6	0.91	0.82		2200
Уметь: определять экономию энергетических ресурсов при внедрения энергосберегающих мероприятий, оценивать экономический эффект и экологические преимущества от их внедрения	<p><b>1.3.1</b> Сравнить затраты тепловой энергии на работу системы вентиляции: прямоточной и с рециркуляцией. Построить процессы обработки воздуха в H-d-диаграмме влажного воздуха.</p> <p><b>Дано:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• температура наружного воздуха <math>t_{нв} = -20</math> °С,</li> <li>• влагосодержание наружного воздуха <math>d_{нв} = 0,5</math> г/кг,</li> <li>• температура воздуха в помещении <math>t_{п} = +20</math> °С,</li> <li>• расход приточного воздуха в помещение <math>Q_{пр} = 3000</math> м<sup>3</sup>/ч,</li> <li>• процент рециркуляционного воздуха (для второй схемы) 30%.</li> </ul> <p>Температуру подаваемого в помещение (приточного) воздуха и температуру удаляемого из помещения (вытяжного) воздуха принять равной температуре воздуха в помещении</p>									

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки																																																
	<p>13.2 Сравнить затраты тепловой энергии на работу системы вентиляции: прямоточной и с теплообменником-утилизатором. Построить процессы обработки воздуха в H-d-диаграмме влажного воздуха.</p> <p><b>Дано:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•температура наружного воздуха ---20 °С,</li> <li>•влажность наружного воздуха -0,5 г/кг,</li> <li>•температура воздуха в помещении +20 °С,</li> <li>•расход приточного воздуха в помещение 3000 м3/ч,</li> <li>•эффективность теплоутилизатора 70%.</li> </ul> <p>Температуру подаваемого в помещение (приточного) воздуха и температуру удаляемого из помещения (вытяжного) воздуха принять равной температуре воздуха в помещении</p> <p>2.14.1 Определите расчетную нагрузку на систему отопления помещения, изображенного на рисунке. Стены состоят из кирпичной кладки толщиной 20 см (коэффициент теплопроводности 0,77 Вт/(м·К)), штукатурки толщиной 3 см (коэффициент теплопроводности 0,84 Вт/(м·К)). Коэффициенты теплопередачи для пола, крыши, окон и двери заданы в таблице. Расположение здания – г. Москва. Температура в неотапливаемом подвале равна 5 °С. Температура внутри помещения равна 22 °С. Суммарная мощность установленного оборудования 7 кВт. Окна имеют размеры 1,5х2 м, дверь – 0,8х1,8 м. В помещении находится 5 человек, выполняющих легкую работу.</p> <p>Оцените энергосберегающий эффект при утеплении стен строительным войлоком толщиной 6 см (коэффициент теплопроводности 0,05 Вт/(м·К)) и фанерой толщиной 2 см (коэффициент теплопроводности 0,015 Вт/(м·К)).</p>																																																
<p>Уметь: определять затраты различных видов топливно-энергетических ресурсов, необходимых для обеспечения работы оборудования</p>	<p>1. <b>Задача 9.1</b> Трубу внешнем диаметром <math>D</math> необходимо покрыть тепловой изоляцией. В качестве тепловой изоляции взят материал с коэффициентом теплопроводности <math>\lambda_{из}</math>, коэффициент теплоотдачи наружной среды равен <math>\alpha</math>. Целесообразно ли использовать данный материал в качестве изоляционного материала?</p> <table border="1" data-bbox="531 1624 1034 2072"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>D, мм</th> <th><math>\lambda_{из}</math>, Вт/м·К</th> <th><math>\alpha</math>, Вт/м2К</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>20</td> <td>0.1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>56</td> <td>0.1</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>108</td> <td>0.08</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>167</td> <td>0.43</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>21</td> <td>0.38</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>65</td> <td>0.47</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>185</td> <td>0.5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>156</td> <td>0.49</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>99</td> <td>0.49</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>18</td> <td>0.41</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>112</td> <td>0.2</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	№	D, мм	$\lambda_{из}$ , Вт/м·К	$\alpha$ , Вт/м2К	0	20	0.1	5	1	56	0.1	7	2	108	0.08	10	3	167	0.43	6	4	21	0.38	5	5	65	0.47	5	6	185	0.5	8	7	156	0.49	9	8	99	0.49	10	9	18	0.41	9	10	112	0.2	5
№	D, мм	$\lambda_{из}$ , Вт/м·К	$\alpha$ , Вт/м2К																																														
0	20	0.1	5																																														
1	56	0.1	7																																														
2	108	0.08	10																																														
3	167	0.43	6																																														
4	21	0.38	5																																														
5	65	0.47	5																																														
6	185	0.5	8																																														
7	156	0.49	9																																														
8	99	0.49	10																																														
9	18	0.41	9																																														
10	112	0.2	5																																														

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки			
		11	98	0.26
	12	36	0.2	5
	13	53	0.48	10
	14	85	0.2	8
	15	37	0.22	5
	16	162	0.13	6
	17	112	0.08	10
	18	182	0.26	9
	19	99	0.39	8

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент продемонстрировал знание основных определений, критериев оценки энергоэффективности и методов их расчета. студент не имеет задолженностей по мероприятиям текущего контроля, может продемонстрировать и объяснить ход решения задач, разобранных на практических занятиях в течение семестра

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент продемонстрировал знание основных определений, критериев оценки энергоэффективности и методов их расчета. студент не имеет задолженностей по мероприятиям текущего контроля, может продемонстрировать и объяснить ход решения задач, разобранных на практических занятиях в течение семестра. Но при этом допускает незначительные логические ошибки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент в целом продемонстрировал знание основных определений, критериев оценки энергоэффективности и методов их расчета. студент не имеет задолженностей по мероприятиям текущего контроля, может продемонстрировать и объяснить ход решения задач, разобранных на практических занятиях в течение семестра. Но при этом допускает значительные и даже грубые ошибки в размерностях и формулах, но может самостоятельно исправить их в ходе ответа

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент не смог продемонстрировать решенные в течение семестра задачи. студент в целом не продемонстрировал знание основных определений, критериев оценки энергоэффективности и методов их расчета, не сумел объяснить ход решения задач, допустил при этом грубые ошибки, которые не смог исправить в ходе ответа. Студент имеет текущие задолженности

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Пример экзаменационного билета:

#### **БИЛЕТ 1**

- Условное топливо. Нефтяной эквивалент. Первичное условное топливо.
- Автономные источники энергии. Их виды, преимущества и недостатки. Когенерация и тригенерация.

#### **БИЛЕТ 2**

- Мировой энергетический баланс, тенденции его изменения.
- КПД котельной установки. Основные энергосберегающие мероприятия для паровых и водогрейных котлов в производственных котельных.

#### **БИЛЕТ 3**

- Основные причины необходимости эффективного использования энергии в России. Энергетический баланс России и перспективы его изменения.
- Метод рационального распределения тепловой нагрузки между котлоагрегатами в производственной котельной.

Пример экзаменационной задачи:

На предприятии для нужд ТЭЦ и технологии потребляется 10 тысяч тонн в год мазута, теплотворная способность которого  $9500 \text{ ккал/кг}$ ,  $8 \cdot 10^3 \text{ т/год}$  из которых используется на ТЭЦ для выработки электроэнергии и тепла. Известно, что на ТЭЦ вырабатывается  $10 \cdot 10^3 \text{ Гкал/год}$  тепловой энергии при  $b_T = 38 \text{ кг у.т/ГДж}$ . Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии  $b_{Э} = 345 \text{ г у.т/кВт}\cdot\text{ч}$ . Из энергосистемы предприятие потребляет 1 млн. кВт·ч/год. Определите количество вырабатываемой на ТЭЦ электроэнергии и общие затраты энергии на предприятии в т у.т.

### Процедура проведения

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все текущие контрольные мероприятия на оценку не ниже «Удовлетворительно».

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Текст задачи прилагается к билету. Время на выполнение экзаменационного задания/подготовку ответа – 60 минут.

Экзаменационное задание выбирается студентом случайным образом и состоит из билета с двумя вопросами по теории дисциплины, предполагающими развернутый ответ с необходимыми письменными пояснениями (схемы и формулы), и практического задания в виде задачи. Экзаменатор также может задать несколько дополнительных вопросов по программе экзамена.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>УК-8</sub> Демонстрирует понимание влияния объектов профессиональной деятельности на состояние природной среды и устойчивое развитие общества

### **Вопросы, задания**

1. Примерные типы экзаменационных задач:

1. Определить потребности предприятия в условном топливе и первичном условном топливе.
2. Определить приходную часть энергобаланса предприятия в условном топливе.
3. Определить фактическое потребление предприятием условного топлива, если известен план по потреблению различных видов топлива и энергоносителей и отклонение от него.
4. Во сколько раз изменится расход условного топлива, потребляемого системой, при изменении КПД отдельного её элемента.
5. Определить экономию тепла в тепловых сетях при нанесении на них изоляции.
6. Определить потери энергии в тепловых сетях за счет излучения и конвекции.
7. Определить критический диаметр изоляции.
8. Определить экономию топлива при увеличении КПД промышленной котельной.
9. Определить сокращение выбросов диоксида углерода при увеличении КПД котлоагрегата.
10. Определить КПД котлоагрегата брутто и нетто по прямому и обратному балансу.
11. Определить экономию условного топлива при использовании теплового насоса для отопления вместо котельной.
12. Определить экономию тепла и пара при подогреве исходного раствора на входе в выпарную установку. Подогрев осуществляется конденсатом греющего пара или вторичным паром.
13. Определить экономию тепла при подогреве приточного воздуха в рекуперативном утилизаторе теплоты вытяжного воздуха.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.
1. Какова теплотворная способность условного топлива?
2. Какое топливо является наиболее дорогим с точки зрения затрат первичного топлива?
3. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к произведенным ТЭР?
4. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к вторичным горючим ТЭР?
5. Какие показатели из перечисленных ниже НЕ относятся к термодинамическим показателям энергетической эффективности?
6. Что понимается под понятием «энергоемкость внутреннего валового продукта»?
7. Какой показатель энергетической эффективности относится к техническим показателям энергетической эффективности?
8. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:
9. Природный газ больше всего содержит
10. В чем отличие высшей теплоты сгорания топлива от низшей теплоты сгорания топлива?
11. Выберите все верные схемы паротурбинных установок из таблицы.
12. Электрический коэффициент полезного действия паротурбинных электростанций составляет
13. Коэффициент полезного действия газотурбинных установок составляет
14. С чем связаны потери энергии при транспортировке теплоносителя от источника до потребителя?

10. Определите годовую экономию топлива при повышении КПД промышленной котельной. Теплопроизводительность – 300 ГДж/ч, годовое число часов использования – 4100 ч., топливо – природный газ ( $Q_{рн} = 33,7$  МДж/нм<sup>3</sup>), среднегодовой КПД 0,55. В результате энергосберегающих мероприятий КПД котельной установки повысился до 0,6. Определите удельные затраты газа на выработку 1 ГДж тепла.

Ответы:

1. 7000 ккал/кг 7000 ккал/нм<sup>3</sup> 10000 ккал/кг 10000 ккал/нм<sup>3</sup> 7000 МДж/кг 7000 МДж/нм<sup>3</sup> 10000 МДж/кг 10000 МДж/нм<sup>3</sup> 2. уголь мазут природный газ нефть торф сланцы 3. Горючие и тепловые ТЭР ТЭР избыточного давления Электрическая и тепловая энергия 4. Доменный газ Природный газ Дымовые газы 5. КПД тепловых сетей Эффективность теплообменника Удельные потери энергии в системе 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США Совокупная стоимость всех конечных товаров и услуг государства произведенных за год Отношение количества первичных энергоресурсов, производимых в стране, к количеству энергоресурсов, потребляемых этой страной Отношение затраченной в стране электроэнергии к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США 7. Полный энергетический КПД предприятия Технологическое топливное число Доля затрат предприятия на энергетические ресурсы в себестоимости продукции 8. Коксовый газ Кокс Сланцы 9. Пропан Бутан Метан 10. Единицы измерения Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе Количество энергии, которое затрачивается на транспортировку топлива 11. Прилагается таблица со схемами. Надо выбрать все верные схемы. Среди схем есть неправильные. 12. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 35% 36 – 40% до 50% 13. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 70% 80 – 99% до 50% 14. с механическим и химическим недожогами с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети с физической теплотой шлаков с уходящими газами 15. Для решения задачи необходимо выразить расход топлива, используя понятие КПД котла.

Верный ответ: 1. 7000 ккал/кг 2. природный газ 3. электрическая и тепловая энергия 4. доменный газ 5. Удельные потери энергии в системе. 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США. 7. Технологическое топливное число 8. Коксовый газ 9. Метан 10. Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе 11. б, г, з, и 12. 35 – 43% 13. 30 – 35% 14. с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети 15. Ответ: Экономия топлива составит 5 530 тыс. нм<sup>3</sup> газа или 6 354 т у.т. в год; удельные затраты на выработку 1 ГДж теплоты составят 56,8 кг у.т./ГДж или 46,5 нм<sup>3</sup>/ГДж

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

**1. Вопросы к экзамену по курсу «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях»:**

1. Основные виды энергетических ресурсов. Теплотворная способность различных видов топлива.
2. Условное топливо. Нефтяной эквивалент. Первичное условное топливо.
3. Мировой энергетический баланс, тенденции его изменения.

4. Основные причины необходимости эффективного использования энергии в России. Энергетический баланс России и перспективы его изменения.
5. Связь эффективного использования топливно-энергетических ресурсов и состояния окружающей среды.
6. Энергоемкость внутреннего валового продукта. Причины высокого удельного потребления энергии в России.
7. Понятие потенциала энергосбережения. Потенциал энергосбережения в России и пути его реализации
8. Функциональная схема энергетики страны. Приоритетность энергосбережения у потребителей ТЭР.
9. Основные критерии эффективности использования ТЭР. Их виды и краткая характеристика.
10. Термодинамические критерии эффективности использования энергии. Критерии основанные на первом и втором законе термодинамики.
11. Технические (натуральные) показатели эффективности использования энергии. Экономические критерии.
12. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов. Виды норм и методы их разработки. Нормирование потребления теплоты в зданиях.
13. Виды тепловых электрических станций. Их КПД. Способы повышения энергетической эффективности ТЭС.
14. Автономные источники энергии. Их виды, преимущества и недостатки. Когенерация и тригенерация.
15. КПД котельной установки. Основные энергосберегающие мероприятия для паровых и водогрейных котлов в производственных котельных.
16. Метод рационального распределения тепловой нагрузки между котлоагрегатами в производственной котельной.
17. Тепловые сети. Их виды и основные элементы. Основные виды потерь энергии и ресурсов в тепловых сетях.
18. Потери энергии с поверхности изолированных и неизолированных трубопроводов. Меры по их сокращению.
19. Расчет потерь энергии с поверхности трубопроводов при различных видах их прокладки.
20. Потери энергии и ресурсов с утечками теплоносителя в тепловых сетях. Затраты энергии, связанные с перекачиванием теплоносителя в тепловых сетях. Меры по их сокращению.
21. Потери энергии, связанные с нарушением тепловых и гидравлических режимов тепловых сетей. Меры по их сокращению.
22. Основные виды энергетических балансов. Их назначение. Источники их составления.
23. Энергетический баланс региона. Характеристика его основных составляющих.
24. Энергетический баланс промышленного предприятия. Характеристика его основных составляющих. Распределение основных потоков потребляемой энергии на промышленном предприятии.
25. Энергетический баланс здания. Его основные составляющие.
26. Вторичные энергетические ресурсы. Их виды и краткая характеристика.
27. Методы использования тепловых ВЭР. Регенеративное и внешнее использование теплоты ВЭР.
28. Вторичные энергетические ресурсы избыточного давления. Методы их использования.
29. Высокотемпературные теплотехнологические установки. Области их применения. Методы энергосбережения в высокотемпературных установках.

30. Тепловой баланс высокотемпературной теплотехнологической установки. Внешнее и регенеративное использование вторичных энергетических ресурсов в высокотемпературных установках.
31. Тепловые насосы. Их назначение и принцип действия. Коэффициент трансформации. Источники низкопотенциальной теплоты для их работы. Области применения.
32. Низкотемпературные теплотехнологические установки. Энергосберегающих мероприятия в низкотемпературных технологических установках.
33. Основные потери теплоты зданием. Пути уменьшения тепловых потерь. Способы энергосбережения в зданиях.
34. Способы снижения нагрузки на систему отопления здания.
35. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования. Рециркуляция. Использование теплоты вентиляционных выбросов при помощи рекуперативных и регенеративных теплообменников и тепловых насосов.
36. Учет энергетических ресурсов, его виды. Способы учета различных видов ТЭР.
37. Учет тепловой энергии. Приборы учета. Учет тепловой энергии в открытых и закрытых системах теплоснабжения.
38. Энергетические обследования промышленных предприятий. Их виды цели, основные этапы.
39. Энергетический паспорт потребителя энергоресурсов. Энергетическая декларация.
40. Энергосервисные контракты

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.
1. Какова теплотворная способность условного топлива?
2. Какое топливо является наиболее дорогим с точки зрения затрат первичного топлива?
3. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к произведенным ТЭР?
4. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к вторичным горючим ТЭР?
5. Какие показатели из перечисленных ниже НЕ относятся к термодинамическим показателям энергетической эффективности?
6. Что понимается под понятием «энергоемкость внутреннего валового продукта»?
7. Какой показатель энергетической эффективности относится к техническим показателям энергетической эффективности?
8. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:
9. Природный газ больше всего содержит
10. В чем отличие высшей теплоты сгорания топлива от низшей теплоты сгорания топлива?
11. Выберите все верные схемы паротурбинных установок из таблицы.
12. Электрический коэффициент полезного действия паротурбинных электростанций составляет
13. Коэффициент полезного действия газотурбинных установок составляет
14. С чем связаны потери энергии при транспортировке теплоносителя от источника до потребителя?

10. Определите годовую экономию топлива при повышении КПД промышленной котельной. Теплопроизводительность – 300 ГДж/ч, годовое число часов использования – 4100 ч., топливо – природный газ ( $Q_{рн} = 33,7$  МДж/нм<sup>3</sup>), среднегодовой КПД 0,55. В результате энергосберегающих мероприятий КПД котельной установки повысился до 0,6. Определите удельные затраты газа на выработку 1 ГДж тепла.

Ответы:

1. 7000 ккал/кг 7000 ккал/нм<sup>3</sup> 10000 ккал/кг 10000 ккал/нм<sup>3</sup> 7000 МДж/кг 7000 МДж/нм<sup>3</sup> 10000 МДж/кг 10000 МДж/нм<sup>3</sup> 2. уголь мазут природный газ нефть торф сланцы 3. Горючие и тепловые ТЭР ТЭР избыточного давления Электрическая и

тепловая энергия 4. Доменный газ Природный газ Дымовые газы 5. КПД тепловых сетей Эффективность теплообменника Удельные потери энергии в системе 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США Совокупная стоимость всех конечных товаров и услуг государства произведенных за год Отношение количества первичных энергоресурсов, производимых в стране, к количеству энергоресурсов, потребляемых этой страной Отношение затраченной в стране электроэнергии к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США 7. Полный энергетический КПД предприятия Технологическое топливное число Доля затрат предприятия на энергетические ресурсы в себестоимости продукции 8. Коксовый газ Кокс Сланцы 9. Пропан Бутан Метан 10. Единицы измерения Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе Количество энергии, которое затрачивается на транспортировку топлива 11. Прилагается таблица со схемами. Надо выбрать все верные схемы. Среди схем есть неправильные. 12. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 35% 36 – 40% до 50% 13. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 70% 80 – 99% до 50% 14. с механическим и химическим недожогами с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети с физической теплотой шлаков с уходящими газами 15. Для решения задачи необходимо выразить расход топлива, используя понятие КПД котла.

Верный ответ: 1. 7000 ккал/кг 2. природный газ 3. электрическая и тепловая энергия 4. доменный газ 5. Удельные потери энергии в системе. 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США. 7. Технологическое топливное число 8. Коксовый газ 9. Метан 10. Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе 11. б, г, з, и 12. 35 – 43% 13. 30 – 35% 14. с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети 15. Ответ: Экономия топлива составит 5 530 тыс.  $\text{нм}^3$  газа или 6 354 т у.т. в год; удельные затраты на выработку 1 ГДж теплоты составят 56,8 кг у.т./ГДж или 46,5  $\text{нм}^3/\text{ГДж}$

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

1. Примерные типы экзаменационных задач:

1. Определить потребности предприятия в условном топливе и первичном условном топливе.
2. Определить приходную часть энергобаланса предприятия в условном топливе.
3. Определить фактическое потребление предприятием условного топлива, если известен план по потреблению различных видов топлива и энергоносителей и отклонение от него.
4. Во сколько раз изменится расход условного топлива, потребляемого системой, при изменении КПД отдельного её элемента.
5. Определить экономию тепла в тепловых сетях при нанесении на них изоляции.
6. Определить потери энергии в тепловых сетях за счет излучения и конвекции.
7. Определить критический диаметр изоляции.
8. Определить экономию топлива при увеличении КПД промышленной котельной.
9. Определить сокращение выбросов диоксида углерода при увеличении КПД котлоагрегата.
10. Определить КПД котлоагрегата брутто и нетто по прямому и обратному балансу.

11. Определить экономию условного топлива при использовании теплового насоса для отопления вместо котельной.
12. Определить экономию тепла и пара при подогреве исходного раствора на входе в выпарную установку. Подогрев осуществляется конденсатом греющего пара или вторичным паром.
13. Определить экономию тепла при подогреве приточного воздуха в рекуперативном утилизаторе теплоты вытяжного воздуха.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.
1. Какова теплотворная способность условного топлива?
2. Какое топливо является наиболее дорогим с точки зрения затрат первичного топлива?
3. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к произведенным ТЭР?
4. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к вторичным горючим ТЭР?
5. Какие показатели из перечисленных ниже НЕ относятся к термодинамическим показателям энергетической эффективности?
6. Что понимается под понятием «энергоёмкость внутреннего валового продукта»?
7. Какой показатель энергетической эффективности относится к техническим показателям энергетической эффективности?
8. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:
9. Природный газ больше всего содержит
10. В чем отличие высшей теплоты сгорания топлива от низшей теплоты сгорания топлива?
11. Выберите все верные схемы паротурбинных установок из таблицы.
12. Электрический коэффициент полезного действия паротурбинных электростанций составляет
13. Коэффициент полезного действия газотурбинных установок составляет
14. С чем связаны потери энергии при транспортировке теплоносителя от источника до потребителя?

10. Определите годовую экономию топлива при повышении КПД промышленной котельной. Теплопроизводительность – 300 ГДж/ч, годовое число часов использования – 4100 ч., топливо – природный газ ( $Q_{рн} = 33,7$  МДж/нм<sup>3</sup>), среднегодовой КПД 0,55. В результате энергосберегающих мероприятий КПД котельной установки повысился до 0,6. Определите удельные затраты газа на выработку 1 ГДж тепла.

Ответы:

1. 7000 ккал/кг 7000 ккал/нм<sup>3</sup> 10000 ккал/кг 10000 ккал/нм<sup>3</sup> 7000 МДж/кг 7000 МДж/нм<sup>3</sup> 10000 МДж/кг 10000 МДж/нм<sup>3</sup> 2. уголь мазут природный газ нефть торф сланцы 3. Горючие и тепловые ТЭР ТЭР избыточного давления Электрическая и тепловая энергия 4. Доменный газ Природный газ Дымовые газы 5. КПД тепловых сетей Эффективность теплообменника Удельные потери энергии в системе 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США Совокупная стоимость всех конечных товаров и услуг государства произведенных за год Отношение количества первичных энергоресурсов, производимых в стране, к количеству энергоресурсов, потребляемых этой страной Отношение затраченной в стране электроэнергии к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США 7. Полный энергетический КПД предприятия Технологическое топливное число Доля затрат предприятия на энергетические ресурсы в себестоимости продукции 8. Коксовый газ Кокс Сланцы 9. Пропан Бутан Метан 10. Единицы измерения Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе Количество энергии, которое затрачивается на транспортировку топлива 11. Прилагается таблица со схемами. Надо выбрать все верные схемы. Среди схем есть неправильные. 12. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 35% 36 – 40% до 50% 13. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до

70% 80 – 99% до 50% 14. с механическим и химическим недожогами с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети с физической теплотой шлаков с уходящими газами 15. Для решения задачи необходимо выразить расход топлива, используя понятие КПД котла.

Верный ответ: 1. 7000 ккал/кг 2. природный газ 3. электрическая и тепловая энергия 4. доменный газ 5. Удельные потери энергии в системе. 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США. 7. Технологическое топливное число 8. Коксовый газ 9. Метан 10. Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе 11. б, г, з, и 12. 35 – 43% 13. 30 – 35% 14. с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети 15. Ответ: Экономия топлива составит 5 530 тыс.  $\text{нм}^3$  газа или 6 354 т у.т. в год; удельные затраты на выработку 1 ГДж теплоты составят 56,8 кг у.т./ГДж или 46,5  $\text{нм}^3/\text{ГДж}$

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-1 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### Вопросы, задания

1. Пример экзаменационного билета:

##### **БИЛЕТ 1**

- Условное топливо. Нефтяной эквивалент. Первичное условное топливо.
- Автономные источники энергии. Их виды, преимущества и недостатки. Когенерация и тригенерация.

##### **БИЛЕТ 2**

- Мировой энергетический баланс, тенденции его изменения.
- КПД котельной установки. Основные энергосберегающие мероприятия для паровых и водогрейных котлов в производственных котельных.

##### **БИЛЕТ 3**

- Основные причины необходимости эффективного использования энергии в России. Энергетический баланс России и перспективы его изменения.
- Метод рационального распределения тепловой нагрузки между котлоагрегатами в производственной котельной.

2. Пример экзаменационной задачи:

На предприятии для нужд ТЭЦ и технологии потребляется 10 тысяч тонн в год мазута, теплотворная способность которого 9500 ккал/кг,  $8 \cdot 10^3$  т/год из которых используется на ТЭЦ для выработки электроэнергии и тепла. Известно, что на ТЭЦ вырабатывается  $10 \cdot 10^3$  Гкал/год тепловой энергии при  $b_T = 38$  кг у.т./ГДж. Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии  $b_{Э} = 345$  г у.т./кВт·ч. Из энергосистемы предприятие потребляет 1 млн. кВт·ч/год. Определите количество вырабатываемой на ТЭЦ электроэнергии и общие затраты энергии на предприятии в т у.т.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1.

1. Какова теплотворная способность условного топлива?

2. Какое топливо является наиболее дорогим с точки зрения затрат первичного топлива?
3. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к произведенным ТЭР?
4. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к вторичным горючим ТЭР?
5. Какие показатели из перечисленных ниже НЕ относятся к термодинамическим показателям энергетической эффективности?
6. Что понимается под понятием «энергоёмкость внутреннего валового продукта»?
7. Какой показатель энергетической эффективности относится к техническим показателям энергетической эффективности?
8. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:
9. Природный газ больше всего содержит
10. В чем отличие высшей теплоты сгорания топлива от низшей теплоты сгорания топлива?
11. Выберите все верные схемы паротурбинных установок из таблицы.
12. Электрический коэффициент полезного действия паротурбинных электростанций составляет
13. Коэффициент полезного действия газотурбинных установок составляет
14. С чем связаны потери энергии при транспортировке теплоносителя от источника до потребителя?

10. Определите годовую экономию топлива при повышении КПД промышленной котельной. Теплопроизводительность – 300 ГДж/ч, годовое число часов использования – 4100 ч., топливо – природный газ ( $Q_{рн} = 33,7$  МДж/нм<sup>3</sup>), среднегодовой КПД 0,55. В результате энергосберегающих мероприятий КПД котельной установки повысился до 0,6. Определите удельные затраты газа на выработку 1 ГДж тепла.

Ответы:

1. 7000 ккал/кг 7000 ккал/нм<sup>3</sup> 10000 ккал/кг 10000 ккал/нм<sup>3</sup> 7000 МДж/кг 7000 МДж/нм<sup>3</sup> 10000 МДж/кг 10000 МДж/нм<sup>3</sup> 2. уголь мазут природный газ нефть торф сланцы 3. Горючие и тепловые ТЭР ТЭР избыточного давления Электрическая и тепловая энергия 4. Доменный газ Природный газ Дымовые газы 5. КПД тепловых сетей Эффективность теплообменника Удельные потери энергии в системе 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США Совокупная стоимость всех конечных товаров и услуг государства произведенных за год Отношение количества первичных энергоресурсов, производимых в стране, к количеству энергоресурсов, потребляемых этой страной Отношение затраченной в стране электроэнергии к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США 7. Полный энергетический КПД предприятия Технологическое топливное число Доля затрат предприятия на энергетические ресурсы в себестоимости продукции 8. Коксовый газ Кокс Сланцы 9. Пропан Бутан Метан 10. Единицы измерения Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе Количество энергии, которое затрачивается на транспортировку топлива 11. Прилагается таблица со схемами. Надо выбрать все верные схемы. Среди схем есть неправильные. 12. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 35% 36 – 40% до 50% 13. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 70% 80 – 99% до 50% 14. с механическим и химическим недожогами с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети с физической теплотой шлаков с уходящими газами 15. Для решения задачи необходимо выразить расход топлива, используя понятие КПД котла.

Верный ответ: 1. 7000 ккал/кг 2. природный газ 3. электрическая и тепловая энергия 4. доменный газ 5. Удельные потери энергии в системе. 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США. 7. Технологическое топливное число 8. Коксовый газ 9. Метан 10. Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе 11. б, г, з, и 12. 35 – 43% 13. 30 – 35% 14. с

конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети  
15. Ответ: Экономия топлива составит 5 530 тыс.  $\text{нм}^3$  газа или 6 354 т у.т. в год; удельные затраты на выработку 1 ГДж теплоты составят 56,8 кг у.т./ГДж или 46,5  $\text{нм}^3/\text{ГДж}$

**5. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>РПК-1</sub> Определяет показатели энергоэффективности теплотехнического оборудования

### Вопросы, задания

1. Примерные типы экзаменационных задач:

1. Определить потребности предприятия в условном топливе и первичном условном топливе.
2. Определить приходную часть энергобаланса предприятия в условном топливе.
3. Определить фактическое потребление предприятием условного топлива, если известен план по потреблению различных видов топлива и энергоносителей и отклонение от него.
4. Во сколько раз изменится расход условного топлива, потребляемого системой, при изменении КПД отдельного её элемента.
5. Определить экономию тепла в тепловых сетях при нанесении на них изоляции.
6. Определить потери энергии в тепловых сетях за счет излучения и конвекции.
7. Определить критический диаметр изоляции.
8. Определить экономию топлива при увеличении КПД промышленной котельной.
9. Определить сокращение выбросов диоксида углерода при увеличении КПД котлоагрегата.
10. Определить КПД котлоагрегата брутто и нетто по прямому и обратному балансу.
11. Определить экономию условного топлива при использовании теплового насоса для отопления вместо котельной.
12. Определить экономию тепла и пара при подогреве исходного раствора на входе в выпарную установку. Подогрев осуществляется конденсатом греющего пара или вторичным паром.
13. Определить экономию тепла при подогреве приточного воздуха в рекуперативном утилизаторе теплоты вытяжного воздуха.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.
1. Какова теплотворная способность условного топлива?
2. Какое топливо является наиболее дорогим с точки зрения затрат первичного топлива?
3. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к произведенным ТЭР?
4. Какие виды топливно-энергетических ресурсов относятся к вторичным горючим ТЭР?
5. Какие показатели из перечисленных ниже НЕ относятся к термодинамическим показателям энергетической эффективности?
6. Что понимается под понятием «энергоёмкость внутреннего валового продукта»?
7. Какой показатель энергетической эффективности относится к техническим показателям энергетической эффективности?
8. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:
9. Природный газ больше всего содержит
10. В чем отличие высшей теплоты сгорания топлива от низшей теплоты сгорания топлива?
11. Выберите все верные схемы паротурбинных установок из таблицы.
12. Электрический коэффициент полезного действия паротурбинных электростанций составляет
13. Коэффициент полезного действия газотурбинных установок составляет

14. С чем связаны потери энергии при транспортировке теплоносителя от источника до потребителя?

10. Определите годовую экономию топлива при повышении КПД промышленной котельной. Теплопроизводительность – 300 ГДж/ч, годовое число часов использования – 4100 ч., топливо – природный газ ( $Q_{рн} = 33,7$  МДж/нм<sup>3</sup>), среднегодовой КПД 0,55. В результате энергосберегающих мероприятий КПД котельной установки повысился до 0,6. Определите удельные затраты газа на выработку 1 ГДж тепла.

Ответы:

1. 7000 ккал/кг 7000 ккал/нм<sup>3</sup> 10000 ккал/кг 10000 ккал/нм<sup>3</sup> 7000 МДж/кг 7000 МДж/нм<sup>3</sup> 10000 МДж/кг 10000 МДж/нм<sup>3</sup> 2. уголь мазут природный газ нефть торф сланцы 3. Горючие и тепловые ТЭР ТЭР избыточного давления Электрическая и тепловая энергия 4. Доменный газ Природный газ Дымовые газы 5. КПД тепловых сетей Эффективность теплообменника Удельные потери энергии в системе 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США Совокупная стоимость всех конечных товаров и услуг государства произведенных за год Отношение количества первичных энергоресурсов, производимых в стране, к количеству энергоресурсов, потребляемых этой страной Отношение затраченной в стране электроэнергии к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США 7. Полный энергетический КПД предприятия Технологическое топливное число Доля затрат предприятия на энергетические ресурсы в себестоимости продукции 8. Коксовый газ Кокс Сланцы 9. Пропан Бутан Метан 10. Единицы измерения Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе Количество энергии, которое затрачивается на транспортировку топлива 11. Прилагается таблица со схемами. Надо выбрать все верные схемы. Среди схем есть неправильные. 12. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 35% 36 – 40% до 50% 13. 46 – 48% 30 – 35% 80 – 94% 35 – 43% до 70% 80 – 99% до 50% 14. с механическим и химическим недожогами с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети с физической теплотой шлаков с уходящими газами 15. Для решения задачи необходимо выразить расход топлива, используя понятие КПД котла.

Верный ответ: 1. 7000 ккал/кг 2. природный газ 3. электрическая и тепловая энергия 4. доменный газ 5. Удельные потери энергии в системе. 6. Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США. 7. Технологическое топливное число 8. Коксовый газ 9. Метан 10. Количество теплоты, которое затрачивается на испарение воды, содержащейся в топливе 11. б, г, з, и 12. 35 – 43% 13. 30 – 35% 14. с конвекцией и излучением на поверхности трубопровода с теплопроводностью грунта с утечками теплоносителя с гидравлической разбалансировкой тепловой сети 15. Ответ: Экономия топлива составит 5 530 тыс. нм<sup>3</sup> газа или 6 354 т у.т. в год; удельные затраты на выработку 1 ГДж теплоты составят 56,8 кг у.т./ГДж или 46,5 нм<sup>3</sup>/ГДж

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы

### ***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 экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 8 семестр.