

**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: Автономные энергетические системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

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

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

(подпись)

И.И. Ланская

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

(подпись)

Н.В.

Кулешов

(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. 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

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. Расчетное задание «Методы оценки и расчета энергосберегающего эффекта для объектов промышленности и ЖКХ» (Решение задач)

4. Тест №1 «Перевод энергетических величин» (Тестирование)

5. Тест №2 «Нормативно-техническая документация, классификация и соотношение топливно-энергетических ресурсов» (Тестирование)

6. Тест №3 «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

Раздел дисциплины	Весы контрольных мероприятий, %
-------------------	---------------------------------

	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	КМ- 6	КМ- 7
	Срок КМ:	3	7	9	11	12	13	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							+	+
Вес КМ:		10	30	5	5	24	1	25

\$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
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>основной и понятийный аппарат в области экологической безопасности и устойчивого развития</p> <p>основные подходы к нормированию негативного воздействия объектов профессиональной деятельности на окружающую среду</p> <p>основные принципы обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить оценку степени негативного влияния объектов профессиональной деятельности на окружающую среду</p>	<p>Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования» (Контрольная работа)</p> <p>Тест №2 «Нормативно-техническая документация, классификация и соотношение топливно-энергетических ресурсов» (Тестирование)</p> <p>Расчетное задание «Методы оценки и расчета энергосберегающего эффекта для объектов промышленности и ЖКХ» (Решение задач)</p>

			учитывать принципы устойчивого развития при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	
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	Тест №2 «Нормативно-техническая документация, классификация и соотношение топливно-энергетических ресурсов» (Тестирование)
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	Тест №1 «Перевод энергетических величин» (Тестирование) Контрольная работа №1 «Определение затрат энергетических ресурсов для обеспечения теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования» (Контрольная работа) Тест №3 «Принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем» (Тестирование)

		ресурсов, необходимых для обеспечения работы теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования	
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 и оборудования, применяемого в энергетике, промышленности и на объектах ЖКХ, балансовые соотношения для анализа энергопотребления, принципы работы энергосберегающего оборудования, методы учета тепловой и электрической энергии</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить расчеты полезных затрат и потерь энергетических ресурсов на объектах теплоэнергетики и теплотехники, составлять и анализировать энергетические балансы промышленных</p>	<p>Контрольная работа №2 «Расчеты экономии энергии от внедрения энергосберегающих мероприятий в энергетике, промышленности и ЖКХ» (Контрольная работа)</p> <p>Расчетное задание «Методы оценки и расчета энергосберегающего эффекта для объектов промышленности и ЖКХ» (Решение задач)</p> <p>Коллоквиум «Критерии энергоэффективности объектов теплоэнергетики и теплотехнологии и методы их оценки» (Коллоквиум)</p>

		предприятий, технологических установок, аппаратов, зданий и сооружений определять экономию энергетических ресурсов при внедрения энергосберегающих мероприятий, оценивать экономический эффект и экологические преимущества от их внедрения	
--	--	---	--



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

### КМ-1. Тест №1 «Перевод энергетических величин»

**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 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:

Знать: классификацию топливно-энергетических ресурсов, области их применения и перевод энергетических величин	<p>1. Вариант 1.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Предприятие потребляет 100 тыс. тонн угля в год (<math>Q_{\text{нр}} = 5400</math> ккал/кг). Сколько условного топлива потребляет предприятие?</li><li>2. Предприятие потребляет из энергосистемы 5 млн. кВт·ч в год электроэнергии. Определить располагаемое предприятием количество энергии в условном топливе.</li><li>3. Определить удельные затраты условного топлива на выработку электроэнергии на ТЭЦ мощностью 5 МВт, если известно, что КПД равно 0.38.</li></ol> <p>Вариант 2.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Предприятие потребляет 100 тыс. тонн условного топлива в год. Определить эквивалентный расход газа (<math>Q_{\text{нр}} = 8400</math> ккал/нм<sup>3</sup>).</li><li>2. Предприятие потребляет 1 млн. кВт·ч в год электроэнергии. Определить затраты условного топлива на производство этой электроэнергии, если КПД ТЭЦ составляет 0.38.</li><li>3. Определить удельные затраты условного топлива на выработку тепловой энергии на котельной с тепловой производительностью 10 Гкал/час и с КПД, равным 0.8.</li></ol>
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*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*

*Описание характеристики выполнения знания:* -

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* -

**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:** 30

**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:**

<p>Знать: основные принципы обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития</p>	<p>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</p>												
<p>Уметь: определять затраты различных видов топливно-энергетических ресурсов, необходимых для обеспечения работы теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования</p>	<p>1.</p> <table border="1" data-bbox="734 1321 1476 2067"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="734 1321 1476 1355">Вариант № 1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="734 1355 790 1456">1.</td> <td data-bbox="790 1355 1476 1456">Обоснуйте актуальность энергосбережения в России.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="734 1456 790 1691">2.</td> <td data-bbox="790 1456 1476 1691">Промышленное предприятие в течение года потребляет: природного газа - <math>15 \cdot 10^6</math> м<sup>3</sup> (<math>Q_{рн} = 30</math> МДж/ м<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 первичном топливе.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="734 1691 790 2004">3.</td> <td data-bbox="790 1691 1476 2004">Определите экономию тепловой энергии при нанесении изоляции на паропровод диаметром 200 мм и длиной 10 м, работающий непрерывно в течение года. Температура теплоносителя 130°С. Паропровод проложен в помещении с температурой 22 °С. Степень черноты паропровода и изоляции принять равной 0,9. Толщина изоляции (<math>d = 20</math> мм) обеспечивает температуру на ее поверхности 40°С.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="734 2004 1476 2038">Вариант № 2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="734 2038 790 2067">1.</td> <td data-bbox="790 2038 1476 2067">Условное топливо. Нефтяной эквивалент.</td> </tr> </table>	Вариант № 1		1.	Обоснуйте актуальность энергосбережения в России.	2.	Промышленное предприятие в течение года потребляет: природного газа - $15 \cdot 10^6$ м <sup>3</sup> ( $Q_{рн} = 30$ МДж/ м <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 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°С. 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°С.	Вариант № 2		1.	Условное топливо. Нефтяной эквивалент.
Вариант № 1													
1.	Обоснуйте актуальность энергосбережения в России.												
2.	Промышленное предприятие в течение года потребляет: природного газа - $15 \cdot 10^6$ м <sup>3</sup> ( $Q_{рн} = 30$ МДж/ м <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 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°С. 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°С.												
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*

*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*

*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*

*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

#### **КМ-3. Тест №2 «Нормативно-техническая документация, классификация и соотношение топливно-энергетических ресурсов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На работу отводится 5-10 минут в конце практического занятия. В течение этого времени студенту предлагается ответить на 10 вопросов, выбрав единственно правильный вариант ответа из предложенных в варианте задания

### Краткое содержание задания:

Текст содержит вопросы по видам и классификации топливно-энергетических ресурсов, о проведении энергетических обследований и о нормативно-технической базе энергосбережения

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основной и понятийный аппарат в области экологической безопасности и устойчивого развития

#### 1.1. Какое топливо экологически чистое при его использовании?

1.	Ядерное топливо	2.	Природный газ	3.	Каменный уголь
----	-----------------	----	---------------	----	----------------

#### 2. Какое топливо не является продуктом переработки нефти?

1.	Дизельное топливо	3.	Керосин
2.	Мазут	4.	Торф

#### 3. К вторичным энергетическим ресурсам избыточного давления не относится:

1.	Дымовые газы	2.	Сжатый природный газ
3.	Водяной пар, давление которого снижается перед применением		

#### 4. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:

1.	Коксовый газ	2.	Кокс	3.	Сланцы
----	--------------	----	------	----	--------

#### 5. Какую энергию можно получить на ветровых станциях?

1.	Электрическую	2.	Тепловую	3.	Электрическую и тепловую
----	---------------	----	----------	----	--------------------------

#### 6. Какой показатель энергетической эффективности относится к техническим показателям энергетической эффективности:

1.	Полный энергетический КПД предприятия		
2.	Технологическое топливное число		
3.	Доля затрат предприятия на энергетические ресурсы в себестоимости продукции		

#### 7. Низшая теплота сгорания условного топлива составляет

1.	29 330 МДж/кг	2.	7000 ккал/нм <sup>3</sup>
3.	29 330 кДж/кг		

#### 8. Чему равняется низшая теплота сгорания природного газа?

1.	36 МДж/кг	2.	36 МДж/м <sup>3</sup>	3.	4500 ккал/ м <sup>3</sup>
----	-----------	----	-----------------------	----	---------------------------

#### 9. Что такое низшая теплота сгорания топлива?

1.	Максимальное количество теплоты, которое можно получить в результате химической реакции горения топлива		
2.	Количество теплоты, выделяющееся при полном		

	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 147 724 219"></td> <td data-bbox="724 147 1474 219">сгорании 1 кг твердого или жидкого либо 1м<sup>3</sup> газообразного топлива</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 219 724 288">3.</td> <td data-bbox="724 219 1474 288">Количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 288 724 358">4.</td> <td data-bbox="724 288 1474 358">Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1000 кг условного топлива</td> </tr> </table> <p><b>10. Какую размерность имеет «энергоемкость внутреннего валового продукта»?</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 465 724 506">1.</td> <td data-bbox="724 465 943 506">Доллары США</td> <td data-bbox="943 465 1161 506">2. т.у.т./доллары США</td> <td data-bbox="1161 465 1380 506">3.</td> <td data-bbox="1380 465 1474 506">т.у.т/год</td> </tr> </table>		сгорании 1 кг твердого или жидкого либо 1м <sup>3</sup> газообразного топлива	3.	Количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара	4.	Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1000 кг условного топлива	1.	Доллары США	2. т.у.т./доллары США	3.	т.у.т/год																																							
	сгорании 1 кг твердого или жидкого либо 1м <sup>3</sup> газообразного топлива																																																		
3.	Количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара																																																		
4.	Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1000 кг условного топлива																																																		
1.	Доллары США	2. т.у.т./доллары США	3.	т.у.т/год																																															
<p>Знать: нормативно-правовую и нормативно-техническую документацию, используемую при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники</p>	<p>1. Вариант 1</p> <p>1. Какое топливо не является твердым?</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 613 724 654">а.</td> <td data-bbox="724 613 847 654">Сланцы</td> <td data-bbox="847 613 900 654">б.</td> <td data-bbox="900 613 1023 654">Мазут</td> <td data-bbox="1023 613 1075 654">в.</td> <td data-bbox="1075 613 1161 654">Торф</td> </tr> </table> <p>2. Что относится к искусственному твердому топливу?</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 725 724 766">а.</td> <td data-bbox="724 725 847 766">Кокс</td> <td data-bbox="847 725 900 766">в.</td> <td data-bbox="900 725 1134 766">Каменный уголь</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 766 724 797">б.</td> <td data-bbox="724 766 847 797">Сланец</td> <td data-bbox="847 766 900 797">г.</td> <td data-bbox="900 766 1134 797">Мазут</td> </tr> </table> <p>3. К вторичным тепловым энергетическим ресурсам относится:</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 904 724 976">а.</td> <td data-bbox="724 904 916 976">Холодная вода</td> <td data-bbox="916 904 968 976">б.</td> <td data-bbox="968 904 1134 976">Горячая вода</td> <td data-bbox="1134 904 1187 976">в.</td> <td data-bbox="1187 904 1474 976">Холодная и горячая вода</td> </tr> </table> <p>4. К вторичным горючим энергетическим ресурсам относится:</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 1084 724 1124">а.</td> <td data-bbox="724 1084 927 1124">Доменный газ</td> <td data-bbox="927 1084 979 1124">б.</td> <td data-bbox="979 1084 1198 1124">Природный газ</td> <td data-bbox="1198 1084 1251 1124">в.</td> <td data-bbox="1251 1084 1474 1124">Дымовые газы</td> </tr> </table> <p>5. Какую энергию можно получить на геотермальной станции:</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 1240 724 1312">а.</td> <td data-bbox="724 1240 943 1312">Электрическую</td> <td data-bbox="943 1240 995 1312">б.</td> <td data-bbox="995 1240 1161 1312">Тепловую</td> <td data-bbox="1161 1240 1214 1312">в.</td> <td data-bbox="1214 1240 1474 1312">Электрическую и тепловую</td> </tr> </table> <p>6. По результатам, какого энергетического обследования заказчику (организации, в отношении которой проведено энергетическое обследование) передается энергетический паспорт и отчет?</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 1487 724 1581">а.</td> <td data-bbox="724 1487 943 1581">Обязательного</td> <td data-bbox="943 1487 995 1581">б.</td> <td data-bbox="995 1487 1214 1581">Добровольного</td> <td data-bbox="1214 1487 1267 1581">в.</td> <td data-bbox="1267 1487 1474 1581">Обязательного и добровольного</td> </tr> </table> <p>7. Какие организации среди перечисленных в соответствии с ФЗ-261 должны были пройти обязательное энергетическое обследование до конца 2012 года?</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 1733 724 1805">а.</td> <td data-bbox="724 1733 1474 1805">Организации, финансируемые из федерального или муниципального бюджета.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 1805 724 1877">б.</td> <td data-bbox="724 1805 1474 1877">Производственные предприятия, выпускающие продукцию с высокой энергоемкостью.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="671 1877 724 1948">в.</td> <td data-bbox="724 1877 1474 1948">Организации и предприятия, потребляющие более 6000 тонн условного топлива в год.</td> </tr> </table> <p>8. Чему равняется низшая теплота сгорания мазута?</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="671 2002 724 2042">а.</td> <td data-bbox="724 2002 900 2042">40 МДж/кг</td> <td data-bbox="900 2002 952 2042">б.</td> <td data-bbox="952 2002 1118 2042">41 МДж/м<sup>3</sup></td> <td data-bbox="1118 2002 1171 2042">в.</td> <td data-bbox="1171 2002 1474 2042">7000 ккал/ м<sup>3</sup></td> </tr> </table>	а.	Сланцы	б.	Мазут	в.	Торф	а.	Кокс	в.	Каменный уголь	б.	Сланец	г.	Мазут	а.	Холодная вода	б.	Горячая вода	в.	Холодная и горячая вода	а.	Доменный газ	б.	Природный газ	в.	Дымовые газы	а.	Электрическую	б.	Тепловую	в.	Электрическую и тепловую	а.	Обязательного	б.	Добровольного	в.	Обязательного и добровольного	а.	Организации, финансируемые из федерального или муниципального бюджета.	б.	Производственные предприятия, выпускающие продукцию с высокой энергоемкостью.	в.	Организации и предприятия, потребляющие более 6000 тонн условного топлива в год.	а.	40 МДж/кг	б.	41 МДж/м <sup>3</sup>	в.	7000 ккал/ м <sup>3</sup>
а.	Сланцы	б.	Мазут	в.	Торф																																														
а.	Кокс	в.	Каменный уголь																																																
б.	Сланец	г.	Мазут																																																
а.	Холодная вода	б.	Горячая вода	в.	Холодная и горячая вода																																														
а.	Доменный газ	б.	Природный газ	в.	Дымовые газы																																														
а.	Электрическую	б.	Тепловую	в.	Электрическую и тепловую																																														
а.	Обязательного	б.	Добровольного	в.	Обязательного и добровольного																																														
а.	Организации, финансируемые из федерального или муниципального бюджета.																																																		
б.	Производственные предприятия, выпускающие продукцию с высокой энергоемкостью.																																																		
в.	Организации и предприятия, потребляющие более 6000 тонн условного топлива в год.																																																		
а.	40 МДж/кг	б.	41 МДж/м <sup>3</sup>	в.	7000 ккал/ м <sup>3</sup>																																														

	9. Что такое высшая теплота сгорания топлива?	
	а.	Максимальное количество теплоты, которое можно получить в результате химической реакции горения топлива
	б.	Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого либо 1м <sup>3</sup> газообразного топлива
	в.	Топливо, которое имеет низшую теплоту сгорания 7000 ккал/кг
	г.	Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1000 кг условного топлива
	10 Что понимается под понятием «энергоёмкость внутреннего валового продукта»?	
	а.	Отношение затраченной в стране энергии, выраженной в тоннах условного топлива, к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США
	б.	Совокупная стоимость всех конечных товаров и услуг государства произведенных за год
	в.	Отношение количества первичных энергоресурсов, производимых в стране, к количеству энергоресурсов, потребляемых этой страной
	г.	Отношение затраченной в стране электроэнергии к внутреннему валовому продукту, выраженному в долларах США

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: даны правильные ответы на 90% вопросов теста*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: даны правильные ответы не менее, чем на 70% вопросов теста*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: даны правильные ответы не менее, чем на 50% вопросов теста*

**КМ-4. Тест №3 «Принципиальные схемы и энергоэффективное оборудование теплоэнергетических и теплотехнических систем»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 5**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На работу отводится 5-10 минут в конце практического занятия. В работе студенту предлагается изобразить схему тепловой, а также указать их средний КПД

**Краткое содержание задания:**

Тест на знание принципиальных схем и устройств источников тепловой и электрической энергии

**Контрольные вопросы/задания:**

<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.</p> <p>Вариант 2. Изобразите схему газотурбинной ТЭС. Поясните обозначения элементов схемы. Укажите средний КПД такой станции.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* Схема изображена в целом верно, указаны основные ее элементы, их обозначения разъяснены. Указано правильное значение КПД.

*Оценка: 4*

*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.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Схема изображена частично неправильно, но без грубых ошибок, указаны основные ее элементы, некоторые их обозначения не разъяснены или указаны неправильно.

**КМ-5. 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:** 24

**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:**

<p>Уметь: проводить расчеты полезных затрат и потерь энергетических ресурсов на объектах теплоэнергетики и теплотехники, составлять и анализировать энергетические</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="734 1848 790 1971">1.</td> <td data-bbox="790 1848 1469 1971">Вариант № 1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="734 1971 790 2049">1.</td> <td data-bbox="790 1971 1469 2049">Основные критерии эффективности использования энергии, их характеристика.</td> </tr> </table>	1.	Вариант № 1	1.	Основные критерии эффективности использования энергии, их характеристика.
1.	Вариант № 1				
1.	Основные критерии эффективности использования энергии, их характеристика.				

балансы промышленных предприятий, технологических установок, аппаратов, зданий и сооружений	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. м3 природного газа ( $Q_{рн} = 7650$ ккал/м3). 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/м3), 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 $d_0 = 5$ г/кг, $t_0 = 20$ °С.

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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

### **КМ-6. Расчетное задание «Методы оценки и расчета энергосберегающего эффекта для объектов промышленности и ЖКХ»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 1

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В течение семестра на практических занятиях студент получает задания, которые разбираются и решаются по ходу занятия. Студент должен решить все выданные задачи и сообщить преподавателю правильный ответ на вопрос задачи

**Краткое содержание задания:**

Задачи на все темы, разбираемые на практических занятиях

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные подходы к нормированию негативного воздействия объектов профессиональной деятельности на окружающую среду</p>	<p><b>1. Задача № 15.1</b> Составить баланс потребления и использования тепловой энергии предприятием за год («Приложение П» энергетического паспорта потребителя ТЭР (ГОСТ Р 51379-99), (см. табл.). 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 электрокотлах – 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. 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. 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 предложить 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%,</li></ol>
--	---

	КПД эл.кот = 98%.								
Уметь: проводить оценку степени негативного влияния объектов профессиональной деятельности на окружающую среду	1. <b>Задача 3.3.</b> Оцените сокращение выбросов диоксида углерода, если в результате проведения энергосберегающих мероприятий в системе отопления предприятия, находящегося в городе (см табл. – отопительный период $n$ ), удалось снизить потребление тепловой энергии на $\Delta Q$ . Задано топливо, используемое предприятием для получения тепловой энергии на котельной. Коэффициент полезного действия котельной $\eta$ . КПД передачи теплоты по тепловой сети $\eta_{ТС}$ . Удельные выбросы диоксида углерода составляют $mCO_2$ .								
		ФП-5-17							
	№	город	п, сут	$\Delta Q$ , Гкал/ч	топливо	$Q_{нр}$ , МДж/м <sup>3</sup> (кг)	$\eta$	$\eta_{ТС}$	$mCO_2$ , г/м <sup>3</sup> (кг/т)
	0	Иркутск	232	0.1	газ	31	0.9	0.9	1 700
	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
	16	Калуга	210	0.2	уголь	20.2	0.71	0.82	1700
	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:  
 учитывать  
 принципы  
 устойчивого  
 развития при  
 проектировании  
 и эксплуатации  
 объектов  
 профессионально  
 й деятельности

**1.Задача 9.1** Трубу внешнем диаметром  $D$  необходимо покрыть тепловой изоляцией. В качестве тепловой изоляции взят материал с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{из}$ , коэффициент теплоотдачи наружной среды равен  $\alpha$ . Целесообразно ли использовать данный материал в качестве изоляционного материала?

	ФП-5-17		
№	D, мм	$\lambda_{из}$ , Вт/м·К	$\alpha$ , Вт/м <sup>2</sup> К
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
11	98	0.26	8
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

2.13.1 Сравнить затраты тепловой энергии на работу системы вентиляции: прямоточной и с рециркуляцией. Построить процессы обработки воздуха в H-d-диаграмме влажного воздуха.

**Дано:**

- температура наружного воздуха ---- $20^{\circ}\text{C}$ ,
- влажносодержание наружного воздуха -0,5 г/кг,
- температура воздуха в помещении  $+20^{\circ}\text{C}$ ,
- расход приточного воздуха в помещение 3000 м<sup>3</sup>/ч,
- процент рециркуляционного воздуха (для второй схемы) 30%.

Температуру подаваемого в помещение (приточного) воздуха и температуру удаляемого из помещения (вытяжного) воздуха принять равной температуре воздуха в помещении

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.

**Дано:**

- температура наружного воздуха ---- $20^{\circ}\text{C}$ ,
- влажносодержание наружного воздуха -0,5 г/кг,
- температура воздуха в помещении  $+20^{\circ}\text{C}$ ,
- расход приточного воздуха в помещение 3000 м<sup>3</sup>/ч,

	<p>•эффективность теплоутилизатора 70%.</p> <p>Температуру подаваемого в помещение (приточного) воздуха и температуру удаляемого из помещения (вытяжного) воздуха принять равной температуре воздуха в помещении</p> <p>3.14.1 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 экономию энергетических ресурсов при внедрения энергосберегающих мероприятий, оценивать экономический эффект и экологические преимущества от их внедрения</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="520 1032 1390 1800"> <thead> <tr> <th colspan="5"><b>ФП-5-16</b></th> </tr> <tr> <th><b>№</b></th> <th><b>Г, ·106 м3</b></th> <th><b>QнГр, ккал/м3</b></th> <th><b>Э, млн кВт·ч</b></th> <th><b>Q, тыс. Гкал</b></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> <tr><td>14</td><td>9.6</td><td>7743</td><td>60</td><td>49</td></tr> <tr><td>15</td><td>5.9</td><td>8090</td><td>11</td><td>20</td></tr> <tr><td>16</td><td>9.9</td><td>8036</td><td>48</td><td>32</td></tr> <tr><td>17</td><td>8.7</td><td>8435</td><td>66</td><td>37</td></tr> <tr><td>18</td><td>5.1</td><td>8280</td><td>45</td><td>25</td></tr> <tr><td>19</td><td>5.9</td><td>8494</td><td>55</td><td>42</td></tr> </tbody> </table>	<b>ФП-5-16</b>					<b>№</b>	<b>Г, ·106 м3</b>	<b>QнГр, ккал/м3</b>	<b>Э, млн кВт·ч</b>	<b>Q, тыс. Гкал</b>	<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	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
<b>ФП-5-16</b>																																																																																																															
<b>№</b>	<b>Г, ·106 м3</b>	<b>QнГр, ккал/м3</b>	<b>Э, млн кВт·ч</b>	<b>Q, тыс. Гкал</b>																																																																																																											
<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																																																																																																											
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																																																																																																											

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: студент получил правильные ответы по всем выданным задачам

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: -

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: -

### **КМ-7. 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, понимание основных процессов, происходящих в теплообменных аппаратах, и методик их расчета. Время беседы с преподавателем может составлять 10-15 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

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

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: показатели энергетической эффективности теплоэнергетических и теплотехнических систем и оборудования, применяемого в энергетике, промышленности и на объектах ЖКХ, балансовые соотношения для анализа энергопотребления, принципы работы энергосберегающего оборудования, методы учета тепловой и электрической энергии</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 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.]</li><li>6. Гидравлическая разбалансировка тепловой сети. Причины, следствия.</li><li>7. Виды потерь энергии в сушильных установках. Способы энергосбережения. Тепловой баланс сушильной установки. [Все про сушильные установки: области применения; процесс сушки в h-</li></ol>
---	---

	<p>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>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент продемонстрировал знание основных определений, понимание основных процессов, происходящих в теплообменных аппаратах, знание их конструкции и методик расчета, и сумел объяснить ход решения задач

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент продемонстрировал знание основных определений, понимание основных процессов, происходящих в теплообменных аппаратах, знание их конструкции и методик расчета, и сумел объяснить ход решения задач, но допустил при этом незначительные логические ошибки

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* студент в целом продемонстрировал знание основных определений, понимание основных процессов, происходящих в теплообменных аппаратах, знание их конструкции и методик расчета, и сумел объяснить ход решения задач, но допустил при этом значительные и даже грубые ошибки в размерностях и формулах, но сумел самостоятельно исправить их в ходе ответа

# 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. 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*

*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*

*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 не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*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

## ***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.