

**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: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Энергетическое топливо**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бураков И.А.
	Идентификатор	R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32

(подпись)

И.А. Бураков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В.  
Шацких

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в организации работы теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования

ИД-3 Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы оборудования топливоприготовления и топливоподачи ЭТ

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. 2.Контрольная работа № 2 «Основы технологии использования угольной пыли на ТЭС». (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. 3.Контрольная работа № 3 «Основы технологии использования жидких топлив на ТЭС». (Контрольная работа)

2. 4.Контрольная работа № 4 «Основы технологии использования газовых топлив на ТЭС». (Контрольная работа)

3. Выполнение и защита РГР. (Расчетно-графическая работа)

4. Контрольная работа № 1 «Основы технологии использования твёрдых топлив на ТЭС». (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	10	12	14
Процессы формирования природных органических топлив. Теория метаморфизма.						
Процессы формирования природных органических топлив. Теория метаморфизма.	+		+			
Основы технологии использования твёрдых топлив на ТЭС						
Основы технологии использования твёрдых топлив на ТЭС	+	+	+			
Основы технологии использования угольной пыли на ТЭС						
Основы технологии использования угольной пыли на ТЭС	+	+	+			

Основы технологии использования жидких топлив на ТЭС					
Основы технологии использования жидких топлив на ТЭС			+	+	+
Основы технологии использования газовых топлив на ТЭС					
Основы технологии использования газовых топлив на ТЭС				+	+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-3ПК-2 Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы оборудования топливоприготовления и топливоподачи ЭТ	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы расчёта элементарного состава твёрдого, жидкого, газового топлив, расчёт теплоты сгорания топлив, топливных характеристик;</li> <li>- свойства энергетических топлив и методики их определения;</li> <li>- оборудование систем подготовки топлива и топливоподачи на энергетических объектах.</li> <li>- методики расчета систем подачи твердого топлива на ТЭС, методики расчёта теплового и воздушного балансов систем пылеприготовления;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать схемы топливных хозяйств (основного, резервного, аварийного, для розжига и</li> </ul>	<p>Контрольная работа № 1 «Основы технологии использования твёрдых топлив на ТЭС». (Контрольная работа)</p> <p>2.Контрольная работа № 2 «Основы технологии использования угольной пыли на ТЭС». (Реферат)</p> <p>3.Контрольная работа № 3 «Основы технологии использования жидких топлив на ТЭС». (Контрольная работа)</p> <p>4.Контрольная работа № 4 «Основы технологии использования газовых топлив на ТЭС». (Контрольная работа)</p> <p>Выполнение и защита РГР. (Расчетно-графическая работа)</p>

		подсветки) для энергетических объектов. - проводить технические расчеты использования энергетических топлив на энергетических объектах;	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Контрольная работа № 1 «Основы технологии использования твёрдых топлив на ТЭС».

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В рамках Контрольной работы №1 «Процессы переработки твёрдого топлива» в начале учебного занятия студенты рассаживаются в аудитории за парты по вариантам, проводится раздача заданий для выполнения контрольного мероприятия. Писменная работа пишется в течение пары, затем подготовленные работы сдаются преподавателю, проводящему контрольное мероприятие, и производится проверка.

#### Краткое содержание задания:

*Вариант 1.*

**Задача 1.** Определить тепловой эквивалент для угля Березовского месторождения.

Элементарный состав топлива в %  $C_{daf} = 75,0$ ;  $H_{daf} = 4,8$ ;  $N_{daf} = 0,7$ ;  $O_{daf} = 19,0$ ;  $S_{daf} = 0,3$ ;  $A_d = 7$ ;  $W_r = 33$ . Найти низшую теплоту сгорания на сухую массу топлива и высшую теплоту сгорания на сухую беззолную массу топлива.

**Задача 2.** У торфа или антрацита больше значение выхода горючих веществ и почему?

**Задача 3.** Охарактеризуйте уголь из 1-ой задачи по приведённым характеристикам.

**Задача 4.** Дайте классификацию твёрдого топлива по гранулометрическому составу.

**Задача 5.** Для топлива  $C_r = 54$  %,  $S_{rk} = 3$  %,  $C_o = 65$  %. Определить содержание внешнего балласта в рабочей массе топлива.

*Вариант 2.*

**Задача 1.** Определить тепловой эквивалент для угля Донецкого бассейна марки Д.

Элементарный состав топлива в %  $C_{daf} = 79,1$ ;  $H_{daf} = 5,3$ ;  $N_{daf} = 1,5$ ;  $O_{daf} = 12,7$ ;  $S_{daf} = 1,4$ ;  $A_d = 44$ ;  $W_r = 7$ . Найти низшую теплоту сгорания на сухую беззолную массу топлива и высшую теплоту сгорания на сухую беззолную массу топлива.

**Задача 2.** У антрацита или торфа больше значение капиллярной влажности и почему?

**Задача 3.** Охарактеризуйте уголь из 1-ой задачи по приведённым характеристикам.

**Задача 4.** Дайте характеристику высшей, низшей и условной теплоты сгорания.

**Задача 5.** Для топлива  $C_r = 48$  %,  $S_{rk} = 3$  %,  $C_o = 60$  %. Определить содержание внешнего балласта в рабочей массе топлива.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: - свойства энергетических топлив и методики их определения;	1.Свойства твёрдых топлив способы определения основных характеристик угли энергетические и угли коксующиеся теплота сгорания (калорийность) элементарный состав приведённые характеристики основы топливного хозяйства схемы топливоподачи твёрдого топлива и схемы топливных хозяйств ТЭС.
Уметь: - проводить технические расчеты использования	1.Способы определение балластовых характеристик внешнего балласта и их применение.

энергетических топлив на энергетических объектах;	Определение приведённых характеристик и характеристика по ним исследуемого топлива. Разработка схемы топливного хозяйства.
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все задания вариант КР. Допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены до 75% заданий вариант КР. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены до 50% заданий вариант КР. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.

**КМ-2. 2.Контрольная работа № 2 «Основы технологии использования угольной пыли на ТЭС».**

**Формы реализации:** Выступление (доклад)

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В рамках выполнения КМ-2 по дисциплине «Энергетическое топливо» между студентам группы ТФ-05-ХХ распределяются темы, по которым они подготавливают десятиминутные доклады с обязательным использованием демонстрационных слайдов.

**Краткое содержание задания:**

Примеры тем докладов в рамках КМ-2:

1. "Грохоты и процесс грохочения"
2. "Классификаторы"
3. "Шаровая барабанная мельница"
4. "Шаровая барабанная мельница мокрого помола"
5. "Молотковая мельница"
6. "Молотковая дробилка"
7. "Мельница-вентилятор"
8. "Быстроходно-бильная мельница"
9. "Среднеходная мельница"
10. "Щековая дробилка"
11. "Конусная дробилка"
12. "Валковая дробилка"
13. "Барабанная дробилка"

и подобные темы, связанные с тематикой измельчения твёрдых ископаемых.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: - принципы расчёта элементарного состава твёрдого,	1.Свойства угольной пыли способы определения характеристик исходного
---	---



жидкого, газового топлив, расчёт теплоты сгорания топлив, топливных характеристик;	топлива и угольной пыли системы дробления системы измельчения системы грохочения системы классификации, аппараты и оборудование системы пылеприготовления 2.Выбор и расчёт систем пылеприготовления ТЭС. Классификационный анализ угольной пыли и его практическое применение. Применения принципа выбора измельчающих устройств.
--	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Доклад подготовлен на высоком уровне, подробно рассказано об оборудовании конкретной темы

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Представлено до 75 % информации. В докладе допускаются лёгкие, не влияющие на ход доклада неточности и ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Представлено до 50 % информации. В докладе допускаются лёгкие, не влияющие на ход доклада неточности и ошибки.

### **КМ-3. 3.Контрольная работа № 3 «Основы технологии использования жидких топлив на ТЭС».**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В рамках Контрольной работы в начале учебного занятия студенты рассаживаются в аудитории за парты по вариантам, проводится раздача заданий для выполнения контрольного мероприятия. Писменная работа пишется в течение пары, затем подготовленные работы сдаются преподавателю, проводящему контрольное мероприятие, и производится проверка.

### **Краткое содержание задания:**

*Вариант 1.*

**Задача 1.** В паровом котле сжигается 20 т/ч угля Кизеловского месторождения и 15 т/ч высокосернистого мазута. Элементный состав угля в %  $C_{daf} = 68,8$ ;  $H_{daf} = 5,4$ ;  $N_{daf} = 1,3$ ;  $O_{daf} = 9,2$ ;  $S_{kdaf} = 12,3$ ;  $S_{oprdaf} = 3,0$ ;  $A_d = 36$ ;  $W_r = 6,5$ . Элементный состав мазута в %  $C_r = 83,4$ ;  $H_r = 10$ ;  $N_r = 0,2$ ;  $O_r = 0,2$ ;  $S_{kr} = 1,6$ ;  $S_{opgr} = 1,3$ ;  $A_r = 0,3$ ;  $W_r = 3$ .

**Задача 2.** В паровом котле сжигается 20 т/ч угля Экибастузского месторождения и 10 т/ч низкосернистого мазута. Элементный состав угля в %  $C_{daf} = 79,1$ ;  $H_{daf} = 5,3$ ;  $N_{daf} = 1,5$ ;  $O_{daf} = 12,7$ ;  $S_{kdaf} = 0,7$ ;  $S_{oprdaf} = 0,7$ ;  $A_d = 44$ ;  $W_r = 7$ . Элементный состав мазута в %  $C_r = 83,0$ ;  $H_r = 10,4$ ;  $O_r = 0,7$ ;  $S_r = 2,8$ ;  $A_r = 0,1$ ;  $W_r = 3$ . Определить какое количество мазута необходимо подать в топку котла для получения смеси топлив с теплотой сгорания в два раза превышающей теплоту сгорания угля.

**Задача 3.** Назовите (с определениями) вязкостные характеристики мазута.

**Задача 4.** Дайте определение коксумости мазута.

*Вариант 2.*

**Задача 1.** В паровом котле сжигается 25 т/ч угля Экибастузского месторождения и 10 т/ч низкосернистого мазута. Элементный состав угля в %  $C_{daf} = 79,1$ ;  $H_{daf} = 5,3$ ;  $N_{daf} = 1,5$ ;  $O_{daf} = 12,7$ ;  $S_{kdaf} = 0,7$ ;  $S_{oprdaf} = 0,7$ ;  $A_d = 44$ ;  $W_r = 7$ . Элементный состав мазута в %  $Cr = 85,3$ ;  $H_r = 10,2$ ;  $N_r = 0,2$ ;  $O_r = 0,5$ ;  $S_{kr} = 0,1$ ;  $S_{oprr} = 0,4$ ;  $Ar = 0,3$ ;  $W_r = 3$ .

**Задача 2.** В паровом котле сжигается 17 т/ч угля. Элементный состав угля в %  $C_{daf} = 79,1$ ;  $H_{daf} = 5,3$ ;  $N_{daf} = 1,5$ ;  $O_{daf} = 12,7$ ;  $S_{kdaf} = 0,7$ ;  $S_{oprdaf} = 0,7$ ;  $A_d = 44$ ;  $W_r = 7$ . Элементный состав мазута в %  $Cr = 83,0$ ;  $H_r = 10,4$ ;  $O_r = 0,7$ ;  $S_r = 2,8$ ;  $Ar = 0,1$ ;  $W_r = 3$ . Определить какое количество мазута необходимо подать в топку котла для получения смеси топлив с теплотой сгорания в три раза превышающей теплоту сгорания угля.

**Задача 3.** Назовите (с определениями) температурные характеристики мазута.

**Задача 4.** Дайте определение относительной вязкости мазута.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: - оборудование систем подготовки топлива и топливоподачи на энергетических объектах.</p>	<p>1. Виды и способы получения мазута          работа НПЗ          свойства мазута          мазутные хозяйства          теплота сгорания (калорийность)          элементарный состав          приведённые характеристики          топливное хозяйство ТЭС          схемы топливоподачи жидкого топлива и схемы топливных хозяйств ТЭС.</p>
<p>Уметь: - проводить технические расчеты использования энергетических топлив на энергетических объектах;</p>	<p>1. Расчёт характеристик элементарного состава мазута.          Расчёт расходов мазута на сжигание в зависимости от критериев общей энергии, планируемой к получению при сжигании.          Определение теплот сгорания мазута в зависимости от типа массы топлива.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнены все задания вариант КР.*

*Допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнены до 75% заданий вариант КР. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнены до 50% заданий вариант КР. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.*

#### КМ-4. 4.Контрольная работа № 4 «Основы технологии использования газовых топлив на ТЭС».

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В рамках Контрольной работы в начале учебного занятия студенты рассаживаются в аудитории за парты по вариантам, проводится раздача заданий для выполнения контрольного мероприятия. Писменная работа пишется в течение пары, затем подготовленные работы сдаются преподавателю, проводящему контрольное мероприятие, и производится проверка.

#### **Краткое содержание задания:**

*Вариант 1.*

**Задача 1.** Для природного газа месторождения Ачакское состав газа по объему в % составляет:  $\text{CH}_4 = 93,7$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 3,8$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,9$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,37$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,84$ ;  $\text{CO}_2 = 0,3$ ;  $\text{N}_2 = 0,7$ ;  $r = 0,7939$  кг/м<sup>3</sup>, влагосодержание  $d = 15$  г/м<sup>3</sup>, содержание минеральных примесей  $a = 10$  г/м<sup>3</sup>. Теплота сгорания компонентов  $Q$  в кДж/м<sup>3</sup>  $\text{CH}_4 = 35820$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 63770$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 91340$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 118700$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 146200$ ;  $\text{H}_2\text{S} = 23400$ . Найти низшую теплоту сгорания на рабочую массу для газового топлива и для условного твердого топлива по формуле Менделеева. Для условного твердого топлива найти высшую теплоту сгорания на сухую массу.

**Задача 2.** В паровом котле сжигается 35 т/ч мазута марки М-100 Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего комбината. Элементный состав мазута в %  $\text{C}_{\text{daf}} = 86,32$ ;  $\text{H}_{\text{daf}} = 10,31$ ;  $\text{N}_{\text{daf}} = 0,06$ ;  $\text{O}_{\text{daf}} = 0,5$ ;  $\text{S}_{\text{daf}} = 2,8$ ;  $\text{A}_{\text{d}} = 0,14$ ;  $W_{\text{r}} = 3$ . Определить расход сухого природного газа Вуктыльского месторождения, необходимый для замены мазута. Состав газа по объему в % составляет:  $\text{CH}_4 = 81,8$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 8,8$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 2,8$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,94$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,3$ ;  $\text{CO}_2 = 0,3$ ;  $\text{N}_2 = 5,1$ ;  $r = 0,8663$  кг/м<sup>3</sup>. Теплота сгорания компонентов  $Q$  в кДж/м<sup>3</sup>  $\text{CH}_4 = 35820$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 63770$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 91340$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 118700$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 146200$ ;  $\text{H}_2\text{S} = 23400$ .

**Задача 3.** Взрываемость газового топлива.

**Задача 4.** Магистральные газопроводы.

*Вариант 2.*

**Задача 1.** Для природного газа месторождения Шатлыкское состав газа по объему в % составляет:  $\text{CH}_4 = 94,6$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 2,2$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,27$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,3$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,18$ ;  $\text{CO}_2 = 1,4$ ;  $\text{N}_2 = 1,2$ ;  $r = 0,768$  кг/м<sup>3</sup>, влагосодержание  $d = 12$  г/м<sup>3</sup>, содержание минеральных примесей  $a = 10$  г/м<sup>3</sup>. Теплота сгорания компонентов  $Q$  в кДж/м<sup>3</sup>  $\text{CH}_4 = 35820$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 63770$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 91340$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 118700$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 146200$ ;  $\text{H}_2\text{S} = 23400$ . Найти низшую теплоту сгорания на рабочую массу для газового топлива и для условного твердого топлива по формуле Менделеева. Для условного твердого топлива найти низшую теплоту сгорания на сухую беззольную массу.

**Задача 2.** В паровом котле сжигается 15 т/ч природного газа в пересчете на условное твердое топливо. Состав газа по объему в % составляет:  $\text{CH}_4 = 81,8$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 8,8$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 2,8$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,94$ ;  $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,3$ ;  $\text{CO}_2 = 0,3$ ;  $\text{N}_2 = 5,1$ ;  $r = 0,8663$  кг/м<sup>3</sup>, влагосодержание 20 г/м<sup>3</sup>, содержание пыли 10 г/м<sup>3</sup>. Определить расход мазута, необходимый для замены газа. Элементный состав мазута в %  $\text{C}_{\text{daf}} = 86,32$ ;  $\text{H}_{\text{daf}} = 10,31$ ;  $\text{N}_{\text{daf}} = 0,06$ ;  $\text{O}_{\text{daf}} = 0,5$ ;  $\text{S}_{\text{daf}} = 1,5$ ;  $\text{A}_{\text{d}} = 0,14$ ;  $W_{\text{r}} = 2$ .

**Задача 3.** Классификация газового топлива по теплоте сгорания и по температуре горения.

**Задача 4.** Городская газовая система.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: - методики расчета систем подачи твердого топлива на ТЭС, методики расчёта теплового и воздушного балансов систем пылеприготовления;	1.Виды газовых топлив свойства газовых топлив теплота сгорания (калорийность) элементарный состав топливное хозяйство ГРП и ГРС устройство магистральных газопроводов транспортировка природного газа от промыслов до городской газораспределительной сети схемы топливоподачи газового топлива схемы топливных хозяйств ТЭС.
Уметь: - разрабатывать схемы топливных хозяйств (основного, резервного, аварийного, для розжига и подсветки) для энергетических объектов.	1.Разработка схемы прокладки магистральных газопроводов. Разработка схемы городской газораспределительной сети и классификация потребителей. Определение теплоты сгорания и молекулярного элементарного состава газового топлива.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнены все задания вариант КР. Допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнены до 75% заданий вариант КР. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнены до 50% заданий вариант КР. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.*

**КМ-5. Выполнение и защита РГР.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент выполняет РГР. Готовит по ней отчёт, презентацию. Защищает на докладе.

**Краткое содержание задания:**

Методические указания к выполнению курсовой работы

Перед началом работы следует внимательно ознакомиться с приведенными расчетами в Методических указаниях (далее МУ). По заданному варианту в МУ, технологическому оборудованию и топливу определяется расход топлива  $B$ , г/с, с учетом заданного количества котлоагрегатов (все исходные данные указаны в МУ).

Расчет выбросов загрязняющих веществ в полном объеме выполняется только для котлов, работающих на твердом топливе или мазуте. Для котлов, работающих на газе, рассчитываются только выбросы диоксида азота и оксида углерода.

При расчете высоты дымовой трубы электростанций, работающих на мазуте и твердом топливе, используются формулы, приведённые в МУ; величина ПДК подставляется с учетом фонового загрязнения района расположения станции.

Расчет максимальных приземных концентраций ведется для неблагоприятных метеоусловий, если преподавателем не заданы другие, для следующих веществ: диоксида серы ( $\text{CmSO}_2$ ), диоксида азота ( $\text{CmNO}_2$ ), летучей золы (Смтв), а также для веществ, обладающих эффектом суммации воздействия (СмS) при MS.

Расчет расстояния хм и приземных концентраций по оси факела выброса и по перпендикуляру к оси ведется для СмS. Расстояния  $x_1, x_2, x_3, x_4$  выбираются следующим образом: 1) расстояние хм делится на три отрезка, и устанавливаются  $x_1$  и  $x_2$ ; 2) расстояние от хм до 10 км также делится на три отрезка, и устанавливаются  $x_3$  и  $x_4$ . Расстояния по перпендикуляру к оси факела берутся равными  $y_1=50$  м,  $y_2=100$  м,  $y_3=150$  м,  $y_4=200$  м. После расчета  $C_x$  и  $C_y$  заполняется сводная таблица приземных концентраций, и строятся графики рассеивания по оси факела и по перпендикуляру к оси факела или поля концентраций по заданию преподавателя.

Расчет ПДВ ведется для всех компонентов выбросов.

По результатам всех расчетов делаются общие выводы, и дается заключение о возможности осуществления выбросов, о необходимости их дополнительной очистки, о достаточности высоты трубы для рассеивания загрязняющих веществ и допустимости воздействия выбросов ТЭС на окружающую среду в целом.

РГР оформляется индивидуально каждым студентом на листах формата А4 и должна включать:

- 1) титульный лист;
- 2) бланк задания;
- 3) содержание курсовой работы;
- 4) введение (цель работы и краткое описание);
- 5) краткую характеристику котла;
- 6) характеристику топлива;
- 7) расчет валовых выбросов вредных веществ:
  - твердых частиц;
  - диоксида серы;
  - оксидов азота;
  - монооксида углерода;
  - оксидов ванадия;
  - бенз(а)пирена;
- 8) расчет высоты дымовой трубы;
- 9) расчет максимальных приземных концентраций вредных веществ:
  - по оси факела;
  - по ширине факела;
- 10) построение графиков рассеивания (на миллиметровке);
- 11) расчет ПДВ;
- 12) выбор метода дополнительной очистки (при необходимости);
- 13) заключение;
- 14) список используемой литературы.

Исходные данные для расчета определяются по данным из МУ на основании заданного преподавателем номера варианта задания.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: - методики расчета систем подачи твердого топлива на ТЭС, методики расчёта теплового и воздушного	1.Свойства твёрдых топлив, способы определения основных характеристик, угли энергетические и угли коксующиеся, теплота сгорания (калорийность), элементарный состав, приведённые характеристики,
--	--

<p>балансов систем пылеприготовления;</p>	<p>основы топливного хозяйства, схемы топливоподачи твёрдого топлива и схемы топливных хозяйств ТЭС. Свойства угольной пыли, способы определения характеристик исходного топлива и угольной пыли, системы дробления, системы измельчения, системы грохочения, системы классификации, аппараты и оборудование, системы пылеприготовления, выбор и расчёт систем пылеприготовления ТЭС. Виды и способы получения мазута, работа НПЗ, свойства мазута, мазутные хозяйства, теплота сгорания (калорийность), элементарный состав, приведённые характеристики, топливное хозяйство ТЭС, схемы топливоподачи жидкого топлива и схемы топливных хозяйств ТЭС. Виды газовых топлив, свойства газовых топлив, теплота сгорания (калорийность), элементарный состав, топливное хозяйство, ГРП и ГРС, устройство магистральных газопроводов, транспортировка природного газа от промыслов до городской газораспределительной сети схемы топливоподачи газового топлива и схемы топливных хозяйств ТЭС.</p>
<p>Уметь: - разрабатывать схемы топливных хозяйств (основного, резервного, аварийного, для розжига и подсветки) для энергетических объектов.</p>	<p>1. Принцип определения типа выбросов от типа сжигаемого топлива. Принцип определения ПДК. Принцип выбора высоты и типа дымовой трубы.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Представлено более 90 % информации. В РГР допускаются лёгкие, не влияющие на ход РГР неточности и ошибки.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Представлено более 75 % информации. В РГР допускаются лёгкие, не влияющие на ход РГР неточности и ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Представлено более 50 % информации. В РГР допускаются лёгкие, не влияющие на ход РГР неточности и ошибки.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 Кафедра Теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича	Утверждаю: Зав. кафедрой ТОТ
МЭ И	Дисциплина: Энергетическое топливо	
	ИТАЭ	
	1. Схема подачи газового топлива на ТЭС. 2. Температурные характеристики жидкого топлива. 3. В систему пылеприготовления поступает уголь с $Q_{гi} = 20$ МДж/кг, $W_{г} = 32\%$ , $A_{г} = 18\%$ . В результате сушки влажность угля снизилась до $W_{г} = 14\%$ , а зольность возросла до $A_{г} = 22\%$ . Определить $Q_{гi}$ после сушки угля, тепловой эквивалент и охарактеризуйте топливо по приведённым характеристикам.	

## Процедура проведения

В рамках сдачи экзамена в начале экзамена проводится процедура идентификации студентов: предъявляются зачётные книжки, сверяются фотографии в документах. В обмен на зачётную книжку выдаётся экзаменационный билет и чистый лист А4. Студенты рассаживаются в аудитории. Для выполнения билета выделяется время 60 мин. после чего в течение 20 минут проводится устный опрос экзаменуемого студента по темам билета. По результатам опроса и написанного в билете ответа выставляется итоговая оценка.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы оборудования топливоприготовления и топливоподачи ЭТ

## Вопросы, задания

### 1. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Свойства твёрдого топлива (зольность, спекаемость, температурные характеристики золы и шлака).

2. Переработка нефти на НПЗ.

3. Состав природного газа по объёму в % составляет:  $CH_4 = 92,5$ ;  $C_2H_6 = 4,4$ ;  $C_3H_8 = 1,0$ ;  $C_4H_{10} = 0,33$ ;  $C_5H_{12} = 0,12$ ;  $CO_2 = 0,3$ ;  $N_2 = 1,1$ ;  $H_2S = 0,02$ ;  $r = 0,7758$  кг/м<sup>3</sup>, влагосодержание  $d = 10$  г/м<sup>3</sup>, содержание минеральной пыли  $a = 7$  г/м<sup>3</sup>. Теплота сгорания компонентов  $Q$  в кДж/м<sup>3</sup>  $CH_4 = 35820$ ;  $C_2H_6 = 63770$ ;  $C_3H_8 = 91340$ ;  $C_4H_{10} =$

118700;  $C_5H_{12} = 146200$ ;  $H_2S = 23400$ . Найти низшую теплоту сгорания на рабочую массу для газового топлива и для условного твердого топлива.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Схема подачи жидкого топлива на ТЭС.
2. Свойства газового топлива (теплота сгорания, плотность, токсичность, взрываемость).
3. У топлива с  $Cr_1 = 40\%$ ,  $Wr_1 = 25\%$ ,  $Ar_1 = 25\%$  зольность была снижена до  $Ar_2 = 10\%$ . Определить, при какой влажности при  $Ar_2 = 10\%$  содержание углерода в рабочей массе топлива увеличится до  $Cr_2 = 60\%$ . Определите, как при этом изменится теплота сгорания топлива на рабочую массу.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Состав мазута.
2. Схема подачи газового топлива по магистральным газопроводам.
3. Определить тепловой эквивалент и охарактеризуйте уголь Березовского месторождения. Элементный состав топлива в %  $C_{daf} = 71,1$ ;  $H_{daf} = 4,8$ ;  $N_{daf} = 0,7$ ;  $O_{daf} = 23,1$ ;  $S_{daf} = 0,3$ ;  $A_d = 7$ ;  $W_r = 33$ . Определите для данного угля низшую теплоту сгорания на сухую массу топлива.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Свойства твердого топлива (влажность, сыпучесть, смерзаемость, выход летучих).
2. Особенности прокладки магистральных газопроводов.
3. Элементарный состав мазута:  $Cr = 80\%$ ,  $Hr = 10\%$ ,  $Or = 0,9\%$ ,  $Sr = 3\%$ ,  $Wr = 6\%$ ,  $Ar = 0,1\%$ . Определить для этого мазута: элементарный состав на сухую беззольную массу при удалении из него водорода; низшую теплоту сгорания на сухую массу. Охарактеризуйте данное топливо.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Способы разогрева мазута.
2. Свойства угольной пыли (экономическая характеристика помола, абразивность, механическая прочность).
3. В паровом котле сжигается 20 т/ч угля и 15 т/ч высокосернистого мазута. Элементный состав угля в %  $C_{daf} = 68,8$ ;  $H_{daf} = 5,4$ ;  $N_{daf} = 1,3$ ;  $O_{daf} = 9,2$ ;  $Sk_{daf} = 12,3$ ;  $Soprdaf = 3,0$ ;  $A_d = 36$ ;  $W_r = 6,5$ . Элементарный состав мазута в %  $Wr = 3,0$ ,  $Ar = 0,1$ ,  $Sr = 2,8$ ,  $Cr = 83,0$ ,  $Hr = 10,4$ ,  $Or = 0,7$ . Определите элементарный состав и низшую теплоту сгорания на рабочую массу для смеси топлив.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Мазутные хозяйства.



## 2. Системы пылеприготовления.

3. В паровом котле сжигается 25 т/ч угля и 10 т/ч низкосернистого мазута. Элементарный состав угля в %  $C_{daf} = 79,1$ ;  $H_{daf} = 5,3$ ;  $N_{daf} = 1,5$ ;  $O_{daf} = 12,7$ ;  $S_{daf} = 1,4$ ;  $A_d = 44$ ;  $W_r = 7$ . Элементарный состав мазута в %  $C_r = 85,3$ ;  $H_r = 10,2$ ;  $N_r = 0,2$ ;  $O_r = 0,5$ ;  $S_r = 0,5$ ;  $A_r = 0,3$ ;  $W_r = 3$ . Определите элементарный состав и низшую теплоту сгорания на рабочую массу для смеси топлив

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Дробилки (классификация, устройство, особенности).

2. Классификация топлив. Виды топлива. Стадии углефикации.

3. В паровом котле сжигается 20 т/ч мазута, элементарный состав которого  $W_r=3,0$  %,  $A_r=0,1$  %,  $S_r=2,8$  %,  $C_r=83,0$  %,  $H_r=10,4$  %,  $O_r=0,7$  %. Определить расход сухого природного газа, необходимый для замены мазута. Состав газа по объему в % составляет:  $CH_4 = 95,8$ ;  $C_2H_6 = 2,9$ ;  $C_3H_8 = 0,07$ ;  $C_4H_{10} = 0,2$ ;  $C_5H_{12} = 0,15$ ;  $CO_2 = 0,4$ ;  $N_2 = 0,5$ ;  $r = 0,7525$  кг/м<sup>3</sup>. Теплота сгорания компонентов  $Q$  в кДж/м<sup>3</sup>  $CH_4 = 35820$ ;  $C_2H_6 = 63770$ ;  $C_3H_8 = 91340$ ;  $C_4H_{10} = 118700$ ;  $C_5H_{12} = 146200$ ;  $H_2S = 23400$ .

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Температурные характеристики золы и шлака. Элементарный состав жидкого и твердого топлива.

2. Присадки для мазута. Схема ввода присадок (ВТИ).

3. В паровом котле сжигается 25 т/ч угля с  $Q_{ri} = 20$  МДж/кг. Определить, какое количество мазута с  $Q_{ri} = 45$  МДж/кг необходимо подать в топку для получения смеси топлив с теплотой сгорания в два раза превышающей теплоту сгорания угля. Для смеси топлив определить высшую теплоту сгорания на рабочую массу, если компоненты получаемой смеси равны  $W_r=3,0$  %,  $H_r=10,4$  %.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Дробилки (классификация, устройство, особенности).

2. Классификация топлив. Виды топлива. Стадии углефикации.

3. Элементарный состав топлива  $C_{daf} = 80$  %,  $H_{daf} = 5$  %,  $S_{daf} = 3$  %,  $N_{daf} = 2$  %,  $O_{daf} = 10$  %,  $W_r = 20$  %,  $A_d = 20$  %. Определить состав рабочей массы топлива и теплоту сгорания. Охарактеризуйте данное топливо.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Схема подачи газового топлива на ТЭС.

2. Температурные характеристики жидкого топлива.

3. В паровом котле сжигается 35 т/ч мазута марки М-100. Элементный состав мазута:  $C_r=80\%$ ,  $H_r=10\%$ ,  $O_r=0,9\%$ ,  $S_r=3\%$ ,  $W_r=6\%$ ,  $A_r=0,1\%$ . Определить расход сухого природного газа, необходимый для замены угля. Состав газа по объему в % составляет:  $CH_4 = 81,8$ ;  $C_2H_6 = 8,8$ ;  $C_3H_8 = 2,8$ ;  $C_4H_{10} = 0,94$ ;  $C_5H_{12} = 0,3$ ;  $CO_2 = 0,3$ ;  $N_2 = 5,1$ ;  $r = 0,8663$  кг/м<sup>3</sup>. Теплота сгорания компонентов  $Q$  в кДж/м<sup>3</sup>:  $CH_4 = 35820$ ;  $C_2H_6 = 63770$ ;  $C_3H_8 = 91340$ ;  $C_4H_{10} = 118700$ ;  $C_5H_{12} = 146200$ ;  $H_2S = 23400$ .

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Схема подачи жидкого топлива на ТЭС.
2. Свойства газового топлива (теплота сгорания, плотность, токсичность, взрываемость).
3. В паровом котле сжигается природный газ. Состав газа по объему в %  $CH_4=94,1$ ,  $C_2H_6=3,1$ ,  $C_3H_8=0,6$ ,  $C_4H_{10}=0,2$ ,  $C_5H_{12}=0,8$ ,  $N_2=1,2$ , плотность сухого газового топлива, без минеральных примесей 0,776 кг/м<sup>3</sup>. Определить низшую теплоту сгорания условного твердого топлива и тепловой эквивалент.

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Способы разогрева мазута.
2. Свойства угольной пыли (экономическая характеристика помола, абразивность, механическая прочность).
3. В паровом котле сжигается природный газ. Состав газа по объему в %  $CH_4=93,8$ ,  $C_2H_6=3,6$ ,  $C_3H_8=0,7$ ,  $C_4H_{10}=0,2$ ,  $C_5H_{12}=0,4$ ,  $N_2=0,7$ ,  $CO_2=0,6$  плотность сухого газового топлива, без минеральных примесей 0,776 кг/м<sup>3</sup>. Определить низшую и высшую теплоты сгорания на рабочую массу условного твердого топлива.

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Свойства твердого топлива (зольность, спекаемость, температурные характеристики золы и шлака).
2. Переработка нефти на НПЗ.
3. В систему пылеприготовления поступает уголь, элементный состав угля в %  $C_{daf} = 89,5$ ;  $H_{daf} = 4,0$ ;  $N_{daf} = 2,0$ ;  $O_{daf} = 4,0$ ;  $S_{daf} = 0,5$ ;  $A_d = 18$ ;  $W_r = 6,5$ . В результате предварительной подготовки влажность угля на рабочую массу возросла до 10 %, а зольность на рабочую массу снизилась до 12 %. Определить низшую и высшую теплоты сгорания на рабочую массу после предварительной подготовки угля.

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Дробилки (классификация, устройство, особенности).
2. Классификация топлив. Виды топлива. Стадии углефикации.
3. В паровом котле сжигается природный газ. Состав газа по объему в %  $CH_4=93,8$ ,  $C_2H_6=3,6$ ,  $C_3H_8=0,7$ ,  $C_4H_{10}=0,2$ ,  $C_5H_{12}=0,4$ ,  $N_2=0,7$ ,  $CO_2=0,6$  плотность газового топлива, 0,776 кг/м<sup>3</sup>, влагосодержание  $d=10$  г/см<sup>3</sup>, содержание минеральных примесей

$a=15 \text{ г/см}^3$ . Определить низшую теплоту сгорания условного твёрдого топлива на рабочую массу и тепловой эквивалент.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой из фильтров механической очистки применяется на промышленных ГРС для очистки природного газа?

- а). Насыпной б). Намывной в). Электромагнитный г). Масляный  
г). Масляный

Ответы:

- а). Насыпной б). Намывной в). Электромагнитный г). Масляный

Верный ответ: г). Масляный

2. Назовите значение коэффициента избытка воздуха при сжигании мазута?

Ответы:

- а). 1,05 - 1,15 б). 1,15 - 1,25 в). 1,2 - 1,4

Верный ответ: б). 1,15 - 1,25

3. Назовите значение коэффициента избытка воздуха при сжигании природного газа?

Ответы:

- а). 1,05 - 1,15 б). 1,15 - 1,25 в). 1,2 - 1,4

Верный ответ: а). 1,05 - 1,15

4. Назовите значение коэффициента избытка воздуха при сжигании угля?

Ответы:

- а). 1,05 - 1,15 б). 1,15 - 1,25 в). 1,2 - 1,4

Верный ответ: в). 1,2 - 1,4

5. В составе мазута от чего зависит содержание Ванадия?

Ответы:

- а). От углерода б). От Серы в). От Водорода г). От зольности

Верный ответ: б). От Серы

6. При какой температуре начинается выход летучих?

Ответы:

- а). 103,5 С б). 600 С в). 800 С г). 350 С

Верный ответ: а). 103,5 С

7. Какое из топлив на угольных ТЭС используется в качестве резервного?

Ответы:

- а). Мазут б). Уголь в). Дизельное топливо г). Природный газ

Верный ответ: б). Уголь

8. Что такое число Воббе?

Ответы:

- а). Это отношение объемной (соответственно, низшей или высшей) теплоты сгорания к корню квадратному из относительной плотности газообразного топлива  
б). Это величина, характеризующая возможность взрываемости газового топлива  
в). Это характеристика содержания в флотском мазуте ванадия

Верный ответ: а). Это отношение объемной (соответственно, низшей или высшей) теплоты сгорания к корню квадратному из относительной плотности газообразного топлива

9. В качестве какого топлива используют мазут на угольной ТЭС?

Ответы:

- а). топливо для розжига б). топливо для подсветки в). аварийное топливо г). верны все варианты ответов

Верный ответ: г). верны все варианты ответов

10. Значение коэффициента размолоспособности у первого вида угля - 0,79, у второго - 1,25. Какой уголь имеет механическую прочность выше?

Ответы:

а). первый б). второй в). недостаточно сведений

Верный ответ: а). первый

11. Значение выхода летучих у испытуемого угля равно 35%. Как классифицируется данный уголь?

Ответы:

а). высокорреакционный б). низкорреакционный в). среднереакционный

Верный ответ: а). высокорреакционный

12. Значение приведённой зольности у испытуемого угля равно 1,25 (%\*кг)/МДж. Охарактеризуйте этот уголь.

Ответы:

а). Высокозольный б). среднезольный в). низкозольный

Верный ответ: б). среднезольный

13. Значение приведённой серы у энергетического мазута равно 0,03 (%\*кг)/МДж. Охарактеризуйте этот мазут.

Ответы:

а). высокосернистый б). среднесернистый в). низкосернистый

Верный ответ: в). низкосернистый

14. Относительно магистрального газопровода каким потребителем является ТЭС?

Ответы:

а). промежуточный б). основной в). второстепенный

Верный ответ: а). промежуточный

15. Чем отличается молотковая дробилка от молотковой мельницы?

Ответы:

а). Схемой б). размером продукта в). билами г). верны ответы а) и б) д). Верный ответы б) и в) е). верны все ответы

Верный ответ: д). Верный ответы б) и в)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все задания билета промежуточной аттестации. Допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены до 75% заданий билета промежуточной аттестации. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены до 50% заданий билета промежуточной аттестации. В решённых допускаются лёгкие, не влияющие на ход решения неточности и ошибки.

## **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.