

**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: Энергообеспечение предприятий**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**


**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Энергообеспечение и энергобалансы предприятий**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:


Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Юркина М.Ю.
	Идентификатор	Rde0d4378-YurkinaMY-bacca4c0

М.Ю.  
Юркина


## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пурдин М.С.
	Идентификатор	R73e8cc57-PurdinMS-97ce3ae5

М.С.  
Пурдин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

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

А.Б. Гаряев

## 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 разработке отдельных разделов проектно-конструкторских и технико-экономических расчетов систем энергообеспечения предприятий на основе нормативной документации с использованием современных программных средств

ИД-2 Вычисляет основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования

ИД-3 Выполняет тепловые и гидравлические расчеты систем технологических систем, процессов и оборудования

2. ПК-3 Способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в системах энергообеспечения промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунальной сферы с оценкой их энергетической, экономической и экологической эффективности

ИД-1 Проводит оценку энергетической, экономической и экологической эффективности теплотехнических систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)
4. Тест № 1 (Тестирование)
5. Тест № 2 (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Деловая игра (Деловая игра)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	10	12	13	15	15
Введение								
Введение. Классификация систем и оборудования при производстве,	+	+						

транспортировании и потреблении ТЭР на предприятии							
Основные определения							
Запасы, масштабы и эффективность производства и потребления ТЭР на предприятии	+	+					
Энергоснабжение							
Энергоснабжение предприятия от источника до потребителя. Электро-, тепло-, водо- и топливоснабжение.			+	+			
Энергобалансы предприятий. Понятия							
Назначение, виды, методы и способы составления балансов предприятий	+	+					
Энергообеспечение предприятий							
Энергообеспечение предприятий. Материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР энергетических объектов			+	+		+	
Потери							
Тепловые, электрические и гидравлические потери, эффективность транспортирования энергии в тепловых и электрических сетях	+						
Энергобалансы технологических объектов							
Материальные, тепловые, энергетические и эксергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР технологических объектов				+	+		
Энергобалансы объектов ЖКХ							
Материальные, тепловые, энергетические балансы, показатели эффективности использования ТЭР на объектах ЖКХ				+			+
Энергетические обследования							
Методы, способы и средства сбора, обработки и анализа информации о потреблении ТЭР при проведении энергетического обследования предприятия				+			
Проблемы и перспективы потребления ТЭР							
Проблемы и перспективы потребления ТЭР в энергетике, технологии и ЖКХ			+				
Вес КМ:	15	15	15	15	15	15	10

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

**БРС курсовой работы/проекта**

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	14
Составление принципиальной схемы теплоснабжения		+		
Материальный и тепловой балансы			+	
Расчет показателей энергоэффективности				+
Оформление РПЗ и графического материала				+
	Вес КМ:	15	30	55

## 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-2ПК-2 Вычисляет основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования	Знать: основные термины, определения и понятия применительно к элементам и схемам теплоэнергетических и теплотехнологических систем, тепловым сетям, системам энергоснабжения; перечень и основное содержание нормативно-правовых и нормативно-технических документов, содержащих нормативные показатели, необходимые для расчета или инструментального определения составляющих энергобалансов предприятий (потребителей) при их проектировании, эксплуатации,	Тест № 1 (Тестирование) Контрольная работа № 1 (Контрольная работа) Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

		<p>модернизации и реконструкции.</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования.</p>	
ПК-2	<p>ИД-3<sub>ПК-2</sub> Выполняет тепловые и гидравлические расчеты систем технологических систем, процессов и оборудования</p>	<p>Знать:</p> <p>принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, теплоты, холода, сжатых газов, пара и жидкостей, основы конструктивного выполнения элементов тепловых сетей, электроснабжения предприятий, принципиальные схемы типовых систем топливоснабжения, теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения, снабжения сжатыми газами сетей и их основные конструктивные и режимные параметры;</p> <p>Уметь:</p> <p>строить типовые схемы, процессы и циклы в</p>	<p>Тест № 2 (Тестирование)</p> <p>Деловая игра (Деловая игра)</p> <p>Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)</p>

		<p>термодинамических диаграммах фазового состояния рабочих тел и обрабатываемых веществ и материалов, проектировать типовые теплоэнергетические и теплотехнологические системы и их элементы. рассчитывать, подбирать и выбирать типовое оборудование, режимы работы и параметры теплоэнергетических и теплотехнологических систем и оборудования:</p>	
ПК-3	ИД-1ПК-3 Проводит оценку энергетической, экономической и экологической эффективности теплотехнических систем	<p>Знать:  терминологию энергетическом обследовании, экспресс- и углубленном энергоаудите объектов различного назначения;  методы оценки состояния энергохозяйства, масштабов и эффективности использования ТЭР на объектах, разработки резервов экономии ТЭР.  Уметь:  разрабатывать схемы теплотехнологических</p>	<p>Тест № 1 (Тестирование)  Деловая игра (Деловая игра)  Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)</p>



		систем и систем жизнедеятельности промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунальной сферы с учетом внедрения мероприятий по энерго- и ресурсосбережению.	
--	--	---	--

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

### КМ-1. Тест № 1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** выбор верного ответа из предложенного списка

#### Краткое содержание задания:

«Терминология, основные виды, схемы, типовое оборудования теплоэнергетических и теплотехнологических систем предприятий»

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные термины, определения и понятия применительно к элементам и схемам теплоэнергетических и теплотехнологических систем, тепловым сетям, системам энергоснабжения;	1.1. Какая из приведенных зависимостей соответствует случаю конвективного теплообмена при вынужденном турбулентном течении жидкости? а) $Nu = 0,664 Re^{-0,5} Pr^{0,33}$ б) $Nu = 0,5(Gr Pr)^{0,25}(Pr/Pr_{ст})^{0,25}$ ; в) $\alpha = 1,34 [\lambda_3 \rho^2 \tau / (\mu \Delta t H)]^{0,25}$ . г) $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,43}$ ;
Знать: методы оценки состояния энергохозяйства, масштабов и эффективности использования ТЭР на объектах, разработки резервов экономии ТЭР.	1.2. Како(и)е из выражений позволяе(ю)т рассчитать приближенно удельную изобарную энтальпию перегретого пара рабочего тела в области, если за точку отсчета принять температуру жидкости $t_0$ ? а) $h_{пп} = r(t_0) + c_{п} t_{пп}$ ; б) $h_{пп} = c_{ж}(t - t_0) + r(t_{и}) + c_{п}(t_{пп} - t_{и})$ ; в) $h_{пп} = c_{тв}(t_{пл} - t_0) + r(t_{и}) + c_{ж}(t_{и} - t_{пл}) + r(t_{и}) + c_{п}(t_{пп} - t_{и})$ ; г) $h_{пп} = [1/(t_{пл} - t_0)] \int c_{тв}(t_{тв}) dt_{тв} + r(t_{пл}) + [1/(t_{и} - t_{пл})] \int c_{ж}(t_{ж}) dt_{ж} + r(t_{и}) + [1/(t_{пп} - t_{и})] \int c_{п}(t_{п}) dt_{п}$ .

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### КМ-2. Тест № 2

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** выбор верного ответа из предложенного списка

**Краткое содержание задания:**

Энергообеспечение промышленных предприятий и жилых районов. Принципиальные схемы

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, теплоты, холода, сжатых газов, пара и жидкостей, основы конструктивного выполнения элементов тепловых сетей, электроснабжения предприятий, принципиальные схемы типовых систем топливоснабжения, теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения, снабжения сжатыми газами сетей и их основные конструктивные и режимные параметры;</p>	<p>1.1. <b>ВЫБЕРИТЕ НЕВЕРНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ</b></p> <p>а) В закрытой системе горячего водоснабжения горячая сетевая вода из подающего тепловой сети подается в установленные на вводе в здания теплообменные аппараты;</p> <p>б) В закрытой системе горячего водоснабжения горячая сетевая вода из подающей тепловой сети подается к водоразборным приборам;</p> <p>в) В открытой системе к водоразборным приборам подается горячая вода непосредственно из трубопроводов тепловой сети;</p> <p>г) все утверждения верные.</p> <p>2. Системы комбинированного производства теплоты и электрической энергии – это (укажите верное определение)</p> <p>а) системы, в которых количество теплоты производят энергетические источники (котельные, автономные теплогенераторы), а электроэнергию (ТЭС, АЭС, КЭС).</p> <p>б) системы, в которых энергетический источник (ТЭЦ, ГТЭЦ, УТЭЦ) одновременно вырабатывает (по теплофикационному циклу) для потребителей теплоту и электроэнергию;</p> <p>в) системы, в которых энергетический источник (ТЭС, АЭС, КЭС) одновременно вырабатывает для потребителей теплоту и электроэнергию;</p> <p>г) нет верных утверждений.</p> <p>3. Что входит в структуру системы теплоснабжения?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-3. Контрольная работа № 1**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент решает задачу, поясняя выполненный порядок действий и полученный ответ

**Краткое содержание задания:**

Составить схему теплоснабжения объекта, определить количество полученной теплоты потребителем и отпущенной источником теплоснабжения при следующих исходных данных:

Технологическая нагрузка - 15 МВт, Отопительная - 8 МВт, Вентиляционная - 10 МВт, Горячее водоснабжение - 2,5 МВт. В технологии используется пар 0,4 МПа. С коллектора внешней котельной отпускается насыщенный пар 1,0 МПа, в ЦТП предприятия приходит практически насыщенный пар ) 0,7 МПа. Доля возврата конденсата - 65 %. В независимых открытых системах отопления и вентиляции - сетевая вода 95/70 оС. Воду для системы горячего водоснабжения нагревают в водо-водяном смесительном подогревателе (элеваторе). Тепловые потери от трубопроводов на территории предприятия - 10 % от общей нагрузки потребителя.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: перечень и основное содержание нормативно-правовых и нормативно-технических документов, содержащих нормативные показатели, необходимые для расчета или инструментального определения составляющих энергобалансов предприятий (потребителей) при их проектировании, эксплуатации, модернизации и реконструкции.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Напишите формулы для расчета электрического и термического КПД ТЭЦ с паросиловым циклом!</li> <li>2. Перечислите традиционные и перспективные направления повышения КПД тепловых электростанций?</li> <li>3. Назовите основные виды потерь теплоты в промышленных печах, выпарных, ректификационных, конвективных сушильных установках, холодильных машинах.</li> <li>4. В каких из этих видов промышленного оборудования эффективным является регенеративное использование теплоты? В каких его применение ограничено и почему?</li> <li>5. Какие составляющие тепловых балансов промышленных печей, конвективных сушильных, выпарных и ректификационных установок следует относить к полезным и какие к потерям?</li> <li>6. Повлияет ли установка котла-утилизатора за печью на расход потребляемого ею топлива?</li> <li>7. Докажите, что комбинированное производство электроэнергии и теплоты требует меньших затрат топлива, чем отдельное, если потери при транспортировании энергии в обоих случаях одинаковы?</li> <li>8. Каковы преимущества оборотных систем технического водоснабжения по сравнению с прямоточными?</li> <li>9. Назовите основные направления энергосбережения на предприятиях, имеющих централизованные системы снабжения сжатым воздухом?</li> <li>10. Какие из известных вам способов энергосбережения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха (рециркуляция, регенеративный подогрев приточного воздуха воздухом, удаляемым из помещений, в ВВТУ, системах ЖВТУ с промежуточным теплоносителем и др.) могут найти применение на промышленных предприятиях? Какие ограничения существуют для этого?</li> </ol>
--	--

	<p>11. Составьте уравнение теплового баланса для трехкорпусной выпарной установки, вторичный пар из последнего корпуса которой направляется в конденсатор!</p> <p>12. Составьте уравнение теплового баланса конвективной сушильной установки непрерывного действия, работающей на смеси топочных газов и воздуха!</p> <p>13. Можно ли, повысив глубину переработки колчедана в производстве серной кислоты, одновременно снизить вредные выбросы от этого производства в атмосферу? Если да, то каким способом?</p> <p>14. Перечислите основные стадии производства аммиака, в которых реализованы принципы регенеративного и внешнего теплоиспользования?</p> <p>15. Перечислите основные виды тепловых потерь в аппаратах с погружными горелками! Почему затруднено использование теплоты парогазовой смеси за аппаратами этого типа? Как можно решить эту проблему?</p> <p>16. Какие виды теплообмена имеют место при работе отопительных приборов и при транспорте нагретой вод по трубопроводу в помещении?</p> <p>17. Какие виды теплообмена следует учитывать при расчете тепловых потерь от трубопроводов, проложенных внутри и снаружи зданий?</p> <p>18. Почему тепловые потери с открытой поверхности нагретой жидкости значительно превышают потери теплоты от боковых стенок гальванической или травильной ванны, в которой эта жидкость находится?</p> <p>19. Оцените, сколько процентов от общих тепловых потерь могут составить потери теплоты от непокрытых тепловой изоляцией фланцевых соединений и задвижек, если на участке трубопровода длиной 100 м имеется 4 задвижки и 2 фланцевых соединения?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-4. Деловая игра

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Деловая игра

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Описание задания Составить в составе подгрупп (4-5 студентов) энергетический баланс предприятия, принципиальную схему системы энергообеспечения. Наименование объекта, его местоположение, количество работающих, основное оборудование, тип теплоснабжения нужно выбрать самостоятельно и согласовать с руководителем. Распределить роли в подгруппе: эксперт, исполнительный коллектив, спикер. Представление спикером результатов проекта и ответы на вопросы других подгрупп.

#### Краткое содержание задания:

**Составить** тепловую схему и уравнения теплового и материальных балансов для одноступенчатой выпарной установки с выпарными аппаратами поверхностного типа при следующих исходных данных:

$G_0 = 7,2$  т/ч;  $b_0 = 5\%$ ;  $b_1 = 25\%$ ;  $v_0 = 20$  ОС;  $v_1 = 59$  ОС;  $t_1 = 50$  ОС;  $t_{ov1} = 30$  ОС;  $t_{ov2} = 36$  ОС;  $t_{v1} = 20$  ОС;  $t_{v2} = 20$  ОС;  $\phi_{v1} = 60\%$ ;  $\phi_{v2} = 100\%$ ;  $t_0 = 130$  ОС;  $\tau_1 = 125$  ОС.

**Определить:**  $D_0$ ;  $W_1$ ;  $G_1$ ;  $Q_0$ ; долю теплоты греющего пара, теряемой через конденсатор и градирню в окружающую среду; КПД выпарного аппарата, если  $\Sigma Q_{oc} = 10\%$ , и КПИ теплоты греющего пара в установке, если теплота растворения  $\pm 5\%$   $Q_0$ .

**Рассчитать:** 1) как изменятся  $D_0$  и  $Q_0$ , КПД и КПИ, если одноступенчатую установку заменить двухступенчатой при тех же начальных и конечных параметрах раствора, температуре вторичного пара перед конденсатором и  $\Sigma Q_{oc} = 13\%$  ?

2) как изменятся  $D_0$  и  $Q_0$ , КПД и КПИ, если, кроме того,  $0,25 W_1$  за первой ступенью отбирать (экстрапар) на технологические нужды ?

3) Насколько снизится  $D_0$  в одноступенчатой установке, если исходный раствор нагревать в регенеративном подогревателе до  $v_1$  конденсатом греющего пара, и как это повлияет на КПД выпарного аппарата и КПИ?

4) Как изменится КПИ теплоты греющего пара в одноступенчатой установке, если применить струйный компрессор для повышения давления вторичного пара до значения, соответствующего  $t_0 = 110$  ОС при коэффициенте эжекции компрессора  $0,15$ , и использовать хотя бы части его в качестве греющего?

5) Как изменятся КПД выпарного аппарата и КПИ теплоты греющего пара в одноступенчатой установке, если доля пролетного пара в установке составит  $10\%$  ?

6) Как изменится КПИ теплоты греющего пара одноступенчатой установки, если вторичный пар направить на отопление, подогрев вентиляционного воздуха и приготовление горячей воды в системе горячего водоснабжения или в другом технологическом процессе с последующим сбросом его конденсата в систему химводоочистки или в канализацию?

7) Как изменится КПИ теплоты греющего пара в одноступенчатой установке, если применить парокompрессионную ТНУ (теплонасосную установку) с электроприводом для повышения давления вторичного пара до значения,

соответствующего  $t_0 = 110$  ОС при коэффициенте трансформации ТНУ  $\varphi = 4$ , и использовать хотя бы часть его в качестве греющего?

8) Определить долю конденсата греющего пара, теряемую вследствие его вскипания при сбросе в открытый конденсатосборник, если температура конденсата на выходе из выпарного аппарата 125 ОС.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: терминологию энергетическом обследовании, экспресс- и углубленном энергоаудите объектов различного назначения;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Что такое теплосчетчик? Каковы его основные элементы и блоки?</li> <li>2. Чем коммерческий учет энергии и энергоносителей отличается от технического?</li> <li>3. Какие типы расходомеров вам известны?</li> <li>4. Как можно рассчитать КПД паропровода?</li> <li>5. Какой из КПД системы транспорта теплоты как правило больше – проектный или фактический и почему?</li> <li>6. Во сколько раз расчетная отопительная нагрузка больше средней отопительного сезона?</li> <li>7. Как оценить вентиляционную нагрузку здания, если известна кратность воздухообмена?</li> <li>8. Как еще можно оценить этот вид нагрузки?</li> <li>9. Что такое удельные теплопотери здания? Как по ним оценить отопительную нагрузку здания?</li> <li>10. Чем объясняются существенные различия значений максимальной и средней тепловой нагрузки промышленных систем горячего водоснабжения?</li> <li>11. Как можно рассчитать тепловые потери через ограждения теплообменного оборудования, если известны температуры на наружной поверхности тепловой изоляции?</li> <li>12. Могут ли тепловые потери через стенки и тепловую изоляцию паропровода или трубопроводы водяной тепловой сети зимой превышать их в летний период в два и более раз?</li> </ol>
<p>Уметь: рассчитывать, подбирать и выбирать типовое оборудование, режимы работы и параметры теплоэнергетических и теплотехнологических систем и оборудования:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Напишите формулы для расчета термических сопротивлений паропровода, конденсатопровода и трубопровода водяной тепловой сети!</li> <li>2. Каким образом можно рассчитать теплопотери через ограждения теплообменной установки, если измерить температуру на наружной поверхности ее тепловой изоляции не удается?</li> <li>3. Какие виды энергобалансов вы знаете? Чем синтетический баланс отличается от аналитического?</li> <li>4. Какие методы составления энергобалансов вам известны?</li> <li>5. Почему для парового котла можно составить тепловой баланс, а для ТЭС или парокомпрессионной холодильной установки нет?</li> <li>6. Чем энергетический баланс аппарата, установки или системы принципиально отличается от эксергетического?</li> <li>7. Для каких видов промышленного оборудования</li> </ol>

	<p>кроме тепловых балансов приходится составлять материальные?</p> <p>7. Какой смысл вы вкладываете в понятия КПД и КПИ? Назовите и поясните методы их получения!</p> <p>8. Чем отраслевые, цеховые и общезаводские нормы или удельные показатели энергопотребления отличаются от технологических?</p> <p>9. Почему в западных странах и в Японии широкое распространение получили тепловые насосы, а в нашей стране нет?</p> <p>10. Почему в офисных и бытовых кондиционерах их применение в нашей стране реально?</p> <p>11. Поясните, чем закрытая система теплоснабжения отличается от открытой, зависящая от независимой?</p> <p>12. Почему удельные тепловые потери от поверхности нагретой жидкости значительно больше, чем от поверхности стенок и днища ванны, в которой эта жидкость находится?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-5. Контрольная работа № 2**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент решает задачу, поясняя выполненный порядок действий и полученный ответ

**Краткое содержание задания:**

**Задача №1**

**Составить** тепловую схему и уравнения теплового и материальных балансов для одноступенчатой выпарной установки с выпарными аппаратами поверхностного типа при следующих исходных данных:



$G_0 = 7,2$  т/ч;  $b_0 = 5$  % ;  $b_1 = 25$  % ;  $v_0 = 20$  ОС ;  $v_1 = 59$  ОС;  $t_1 = 50$  ОС;  $t_{ов1} = 30$  ОС;  $t_{ов2} = 36$  ОС;  $t_{в1} = 20$  ОС;  $t_{в2} = 20$  ОС;  $\varphi_{в1} = 60$  %;  $\varphi_{в2} = 100$  %;  $t_0 = 130$  ОС;  $\tau_1 = 125$  ОС.

**Определить:**  $D_0$ ;  $W_1$ ;  $G_1$ ;  $Q_0$ ; долю теплоты греющего пара, теряемой через конденсатор и градирню в окружающую среду; КПД выпарного аппарата, если  $\Sigma Q_{ос} = 10$  % , и КПИ теплоты греющего пара в установке, если теплота растворения  $\pm 5$  %  $Q_0$ .

**Рассчитать:** 1) как изменятся  $D_0$  и  $Q_0$  , КПД и КПИ, если одноступенчатую установку заменить двухступенчатой при тех же начальных и конечных параметрах раствора, температуре вторичного пара перед конденсатором и  $\Sigma Q_{ос} = 13$  % ?

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: рассчитывать основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования.</p>	<p><b>1. Составить</b> тепловую схему и уравнения теплового и материальных балансов для одноступенчатой выпарной установки с выпарными аппаратами поверхностного типа при следующих исходных данных:  <math>G_0 = 7,2</math> т/ч; <math>b_0 = 5</math> % ; <math>b_1 = 25</math> % ; <math>v_0 = 20</math> ОС ; <math>v_1 = 59</math> ОС; <math>t_1 = 50</math> ОС; <math>t_{ов1} = 30</math> ОС; <math>t_{ов2} = 36</math> ОС; <math>t_{в1} = 20</math> ОС; <math>t_{в2} = 20</math> ОС; <math>\varphi_{в1} = 60</math> %; <math>\varphi_{в2} = 100</math> %; <math>t_0 = 130</math> ОС; <math>\tau_1 = 125</math> ОС.  <b>Определить:</b> <math>D_0</math>; <math>W_1</math>; <math>G_1</math>; <math>Q_0</math>; долю теплоты греющего пара, теряемой через конденсатор и градирню в окружающую среду; КПД выпарного аппарата, если <math>\Sigma Q_{ос} = 10</math> % , и КПИ теплоты греющего пара в установке, если теплота растворения <math>\pm 5</math> % <math>Q_0</math>.</p>
---	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-6. Контрольная работа № 3

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент выполняет типовое задание, демонстрирует результаты расчетов преподавателю и отвечает на вопросы

**Краткое содержание задания:**

Оценить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), рассчитав коэффициенты полезного использования (КПИ) ТЭР для системы ИСТОЧНИК - ПОТРЕБИТЕЛЬ ТЭР.

№	Ф.И. О.	Источник теплоснабжения	Теплоноситель	Удаленность от ЦТП, м	Источник снабжения сж. возд.	Источник хладоснабжения	Тип системы отопления
1		ТЭЦ	Пар 250 оС, 1,4 МПа	3000	Централ.ком пр. 6 компр. По 30 мЗ/мин Охл.водяное	Центр. хол.ст. 4 ПКХУ холодопр. по 300 кВт	Паровая
2		Собственная котельная	Пар.нас. 0,7 МПа	500	Централ.ком пр. 6 компр. По 75 мЗ/мин Охл.водяное	Центр. хол ст. 4 ПКХУ холодопр. по 125 кВт	Водяная

Примечания:

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: строить типовые схемы, процессы и циклы в термодинамических диаграммах фазового состояния рабочих тел и обрабатываемых веществ и материалов, проектировать типовые теплоэнергетические и теплотехнологические системы и их элементы.	1.Определить КПД КЭС и ТЭЦ. Сравнить полученные значения.
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

## КМ-7. Контрольная работа № 4

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент решает задачу, комментируя полученные результаты.

### Краткое содержание задания:

Определить годовые затраты теплоты на горячее водоснабжение. Если  $g = 24 \dots 26$  л/чел.сут. – средняя суточная норма расхода горячей воды на промышленных предприятиях;  $m$  – численность персонала предприятия;  $c = 4,19$  кДж/(кг·К) – удельная теплоемкость воды;  $t_g = 65$  °С – температура горячей воды (по СНиП 55 °С, но для компенсации теплопотерь в системе ее нагревают до более высокой температуры);  $t_{х.з}$  и  $t_{х.л}$  – температура холодной воды зимой и в летний период (5 и 15 °С соответственно);  $п_о$  и  $п_л$  – длительности отопительного и летнего периодов. Город Москва.

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать схемы теплотехнологических систем и систем жизнедеятельности промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунальной сферы с учетом внедрения мероприятий по энерго- и ресурсосбережению.	1. Определить среднюю тепловую нагрузку системы горячего водоснабжения за сутки рассчитывается в соответствии с нормативными актами, если $m$ – количество потребителей горячей воды; $a$ – норма потребления горячей воды на одного человека в сутки в жилых зданиях (зависит от комфортности здания и составляет от 80 до 130 кг/(чел.сут)); $b$ – то же для общественных зданий (80 – 180 кг/(чел.сут)); $c$ – теплоемкость воды; $t_{хВ} = 5$ °С
---	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения задания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Предложите схему тепло-и технического водоснабжения объекта, выберите параметры энергоносителей и диаметры трубопроводов, оцените мощность нагнетателей для их перемещения, составьте энергобаланс объекта и оцените эффективность использования ТЭР на объекте при проектной нагрузке, в отопительный и летний периоды по следующим исходным данным.

Теплоснабжение от ТЭЦ. Протяженность тепловых сетей до ЦТП предприятия 1500 м, от ЦТП до цеха 300 м. Способ прокладки сетей – надземный по эстакаде. Технологическое оборудование: 3 камеры для сушки 30 м<sup>3</sup> пиломатериалов в каждой. Греющий теплоноситель – пар насыщенный 0,4 МПа. Начальное влагосодержание материала 80 %, конечное 9 %. Расход пара на каждую сушилку в период прогрева материала (3 часа после включения) 1,5 т/ч, после выхода на режим 100 кг/ч. Расход воздуха на 1 камеру 40 м<sup>3</sup>/ч. Длительность процесса сушки загруженной партии материала – 1 неделя. Мощность прочего установленного электромеханического оборудования 75 кВт. Производственные помещения – 1 цех 120 х 20 х 8 м. Работают в 3 смены. Численность персонала 50 чел, в том числе 10 чел. – ИТР. Отопление паровое. Воздухоподогреватели приточных вентиляционных систем водяные. Кратность воздухообмена 4. Воздухоснабжение – от 3-х компрессоров (1 резервный) с воздушным охлаждением. Установленная мощность одного компрессора 25 кВт. Подогреватель сантехнической воды смесительного типа. Греющий теплоноситель – вода сетевая. Система горячего водоснабжения закольцованная.

### Процедура проведения

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.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Вычисляет основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования

### Вопросы, задания

- 1.1. Понятие о материальном, тепловом, энергетическом и эксергетическом балансах промышленного объекта.
2. Понятие о КПД и КПИ ТЭР. Их связь с балансовыми уравнениями.
3. Тепловой и материальный балансы конвективной сушильной установки непрерывного действия (сушильный агент – воздух). Показатели эффективности ее работы.
4. Классификация промышленного оборудования. Виды энергопотребления промышленного предприятия.
5. Виды и назначение энергобалансов промышленных предприятий. Способы вычисления составляющих энергобалансов.
6. Вторичные энергоресурсы промышленного предприятия. Направления их использования.

7. Расчет расхода ТЭР на ректификационную установку непрерывного действия.
8. Методы и способы повышения эффективности использования ТЭР в промышленности.

### Материалы для проверки остаточных знаний

#### 1. Задача №1

Дано:

Система отопления – зависимая с температурным графиком 105/70 °С.

Система горячего водоснабжения – закрытая.

Тепловые нагрузки:

- вентиляция ;
- отопление ;
- горячее водоснабжение ;
- на технологические нужды .

Температурный график источника теплоснабжения 150/70 °С.

Параметры пара источника теплоснабжения:

Параметры пара на технологию: ; .

Доля невозврата конденсата с технологии составляет 15%, а энтальпия конденсата .

Построить принципиальную схему теплоснабжения

Ответы:

1) Составим тепловой баланс для технологической нагрузки с учетом невозврата:

Отсюда найдем расход пара на технологию:

2) Составим тепловой баланс для нагрузки системы вентиляции:

Так как температурный график источника теплоснабжения 150/70 °С, то °С, а °С.

Теплоемкость воды .

Найдем расход теплоносителя:

3) Составим тепловой баланс для нагрузки системы горячего водоснабжения:

Найдем расход теплоносителя:

4) Составим тепловой баланс для нагрузки системы отопления:

Найдем расход теплоносителя после элеватора на жилые здания, зная график системы отопления жилого здания 105/70 °С:

Рассчитаем расход теплоносителя до элеватора в тепловой сети:

$\beta$  – коэффициент смешения, и равен:

Тогда

5) Составим схему теплоснабжения:

Верный ответ: Ответ:  $D_{\text{техн}}=16.119$  т/ч,  $G_{\text{вент}}=59.680$  кг/с,  $G_{\text{ГВС}}=14.9$  кг/с,  $G_{\text{от}}=79.556$  кг/с,  $G_{\text{жз}}=102.309$  кг/с.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 Выполняет тепловые и гидравлические расчеты систем технологических систем, процессов и оборудования

### Вопросы, задания

- 1.1. Энергообеспечение предприятий. Назначение, состав и структура.
2. Энергообеспечение жилых районов. Назначение, состав и структура.
3. Графики потребления энергоносителей.
4. Системы теплоснабжения. Основные определения. Виды.
5. Типы теплоносителей систем теплоснабжения. Классификация.
6. Закрытые системы теплоснабжения.
7. Открытые системы теплоснабжения.
8. Типы подсоединения потребителей в водяных системах теплоснабжения.
9. Присоединение потребителей в паровых системах теплоснабжения.

## Материалы для проверки остаточных знаний

### 1. Задача №1

Дано:

Система отопления – зависимая с температурным графиком 105/70 °С.

Система горячего водоснабжения – закрытая.

Тепловые нагрузки:

- вентиляция ;
- отопление ;
- горячее водоснабжение ;
- на технологические нужды .

Температурный график источника теплоснабжения 150/70 °С.

Параметры пара источника теплоснабжения:

Параметры пара на технологию: ; .

Доля невозврата конденсата с технологии составляет 15%, а энтальпия конденсата .

Построить систему теплоснабжения. Определить расходы нагрузок

Ответы:

- 1) Составим тепловой баланс для технологической нагрузки с учетом невозврата:

Отсюда найдем расход пара на технологию:

- 2) Составим тепловой баланс для нагрузки системы вентиляции:

Так как температурный график источника теплоснабжения 150/70 °С, то °С, а °С.

Теплоемкость воды .

Найдем расход теплоносителя:

- 3) Составим тепловой баланс для нагрузки системы горячего водоснабжения:

Найдем расход теплоносителя:

- 4) Составим тепловой баланс для нагрузки системы отопления:

Найдем расход теплоносителя после элеватора на жилые здания, Зная график системы отопления жилого здания 105/70 °С:

Рассчитаем расход теплоносителя до элеватора в тепловой сети:

И – коэффициент смешения, и равен:

Тогда

- 5) Составим схему теплоснабжения:

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-3</sub> Проводит оценку энергетической, экономической и экологической эффективности теплотехнических систем

## Вопросы, задания

- 1.1. Система сбора и возврата конденсата.
2. Паровые системы отопления Основные преимущества и недостатки.
3. Преимущества и недостатки систем теплоснабжения.
4. Тепловые сети. Типы. Преимущества и недостатки водяных и паровых.

5. Понятие о методе балансов. Виды балансов промышленных предприятий.
6. Тепловой и материальный балансы котельного агрегата. Показатели эффективности его работы.
7. Тепловой и материальный балансы выпарного аппарата. Показатели эффективности его работы.
8. Тепловой и материальный балансы ректификационной колонны. Показатели эффективности её работы.
9. Структура энергохозяйства промышленного предприятия. Распределение ТЭР на санитарно-технические и технологические нужды.
10. Обобщенная схема промышленного объекта как потребителя ТЭР. Его внешние и внутренние связи.
11. Графики энергопотребления. Методы расчета отопительно-вентиляционной, сантехнической и технологической нагрузки предприятия.

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

1. Через выпарную установку за сутки проходит 150 т. продукта. Определить количество воды, которое следует выпаривать для того, чтобы повысить концентрацию раствора с 6% до 15%, а также выход упаренного продукта.

Ответы:

Запишем баланс по соли и материальный баланс для однокорпусной выпарной установки.

Количество воды, подлежащее выпариванию, определяем из баланса по соли

Из Материального баланса определяем выход упаренного продукта

Верный ответ: Выход упаренного продукта будет равен: 60 000 кг/сут

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

Итоговая оценка выставляется с учетом результатов текущей успеваемости

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита курсовой работы – это выступление студента перед членами комиссии по теме курсового проекта. Данная процедура является обязательной, так как позволяет определить уровень знаний учащегося и его углубленность в тему исследования.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

Оценка по дисциплине является совокупностью текущей успеваемости, оценки за защиту КР и оценки, полученной студентом на экзамене.