

**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
2024**

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	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

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: 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. основные термины, определения и понятия применительно к элементам и схемам теплоэнергетических и теплотехнологических систем, тепловым сетям,	Тест № 1 (Тестирование) Контрольная работа № 1 (Контрольная работа) Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

		системам энергоснабжения; Уметь: рассчитывать основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования.	
ПК-2	ИД-ЗПК-2 Выполняет тепловые и гидравлические расчеты систем технологических систем, процессов и оборудования	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; Уметь: строить типовые схемы, процессы и циклы в	Тест № 2 (Тестирование) Деловая игра (Деловая игра) Контрольная работа № 3 (Контрольная работа)

		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:	
ПК-3	ИД-1ПК-3 Проводит оценку энергетической, экономической и экологической эффективности теплотехнических систем	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	Тест № 1 (Тестирование) Деловая игра (Деловая игра) Контрольная работа № 4 (Контрольная работа)

		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) $\alpha = 1,34 [\lambda \rho^2 \mu / (\mu \Delta T H)]^{0,25}$. 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) $h_{пп} = r(t_0) + c_{ппп}$; 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:

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;	1.1. ВЫБЕРИТЕ НЕВЕРНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ а) В закрытой системе горячего водоснабжения горячая сетевая вода из подающего тепловой сети подается в установленные на вводе в здания теплообменные аппараты; б) В закрытой системе горячего водоснабжения горячая сетевая вода из подающей тепловой сети подается к водоразборным приборам; в) В открытой системе к водоразборным приборам подается горячая вода непосредственно из трубопроводов тепловой сети; г) все утверждения верные. 2. Системы комбинированного производства теплоты и электрической энергии – это (укажите верное определение) а) системы, в которых количество теплоты производят энергетические источники (котельные, автономные теплогенераторы), а электроэнергию (ТЭС, АЭС, КЭС). б) системы, в которых энергетический источник (ТЭЦ, ГТЭЦ, УТЭЦ) одновременно вырабатывает (по теплофикационному циклу) для потребителей теплоту и электроэнергию; в) системы, в которых энергетический источник (ТЭС, АЭС, КЭС) одновременно вырабатывает для потребителей теплоту и электроэнергию; г) нет верных утверждений. 3. Что входит в структуру системы теплоснабжения?
--	--

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:

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.	1.1. Напишите формулы для расчета электрического и термического КПД ТЭЦ с паросиловым циклом! 2. Перечислите традиционные и перспективные направления повышения КПД тепловых электростанций? 3. Назовите основные виды потерь теплоты в промышленных печах, выпарных, ректификационных, конвективных сушильных установках, холодильных машинах. 4. В каких из этих видов промышленного оборудования эффективным является регенеративное использование теплоты? В каких его применение ограничено и почему? 5. Какие составляющие тепловых балансов промышленных печей, конвективных сушильных, выпарных и ректификационных установок следует относить к полезным и какие к потерям? 6. Повлияет ли установка котла-утилизатора за печью на расход потребляемого ею топлива? 7. Докажите, что комбинированное производство электроэнергии и теплоты требует меньших затрат топлива, чем раздельное, если потери при транспортировании энергии в обоих случаях одинаковы? 8. Каковы преимущества оборотных систем технического водоснабжения по сравнению с прямоточными? 9. Назовите основные направления энергосбережения на предприятиях, имеющих централизованные системы снабжения сжатым воздухом? 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?
--	---

	11. Составьте уравнение теплового баланса для трехкорпусной выпарной установки, вторичный пар из последнего корпуса которой направляется в конденсатор! 12. Составьте уравнение теплового баланса конвективной сушильной установки непрерывного действия, работающей на смеси топочных газов и воздуха! 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? 14. Перечислите основные стадии производства аммиака, в которых реализованы принципы регенеративного и внешнего теплоиспользования? 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? 16. Какие виды теплообмена имеют место при работе отопительных приборов и при транспорте нагретой вод по трубопроводу в помещении? 17. Какие виды теплообмена следует учитывать при расчете тепловых потерь от трубопроводов, проложенных внутри и снаружи зданий? 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? 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?
--	---

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:

$G_0 = 7,2 \text{ т/ч}$; $b_0 = 5 \%$; $b_1 = 25 \%$; $\nu_0 = 20 \text{ ОС}$; $\nu_1 = 59 \text{ ОС}$; $t_1 = 50 \text{ ОС}$; $t_{0в1} = 30 \text{ ОС}$; $t_{0в2} = 36 \text{ ОС}$; $t_{в1} = 20 \text{ ОС}$; $t_{в2} = 20 \text{ ОС}$; $\phi_{в1} = 60 \%$; $\phi_{в2} = 100 \%$; $t_0 = 130 \text{ ОС}$; $\tau_1 = 125 \text{ ОС}$.

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 $\Sigma Q_{0с} = 10 \%$, 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 $\Sigma Q_{0с} = 13 \%$?

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 ν_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 $t_0 = 110 \text{ ОС}$ 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 $\phi = 4$, 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:

Знать: терминологию энергетическом обследовании, экспресс- и углубленном энергоаудите объектов различного назначения;	1.1. Что такое теплосчетчик? Каковы его основные элементы и блоки? 2. Чем коммерческий учет энергии и энергоносителей отличается от технического? 3. Какие типы расходомеров вам известны? 4. Как можно рассчитать КПД паропровода? 5. Какой из КПД системы транспорта теплоты как правило больше – проектный или фактический и почему? 6. Во сколько раз расчетная отопительная нагрузка больше средней отопительного сезона? 7. Как оценить вентиляционную нагрузку здания, если известна кратность воздухообмена? 8. Как еще можно оценить этот вид нагрузки? 9. Что такое удельные теплотери здания? Как по ним оценить отопительную нагрузку здания? 10. Чем объясняются существенные различия значений максимальной и средней тепловой нагрузки промышленных систем горячего водоснабжения? 11. Как можно рассчитать тепловые потери через ограждения теплообменного оборудования, если известны температуры на наружной поверхности тепловой изоляции? 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?
Уметь: рассчитывать, подбирать и выбирать типовое оборудование, режимы работы и параметры теплоэнергетических и теплотехнологических систем и оборудования:	1.1. Напишите формулы для расчета термических сопротивлений паропровода, конденсатопровода и трубопровода водяной тепловой сети! 2. Каким образом можно рассчитать теплотери через ограждения теплообменной установки, если измерить температуру на наружной поверхности ее тепловой изоляции не удастся? 3. Какие виды энергобалансов вы знаете? Чем синтетический баланс отличается от аналитического? 4. Какие методы составления энергобалансов вам известны? 5. Почему для парового котла можно составить тепловой баланс, а для ТЭС или парокомпрессионной холодильной установки нет? 6. Чем энергетический баланс аппарата, установки или системы принципиально отличается от эксергетического? 7. Для каких видов промышленного оборудования

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

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:

$G_0 = 7,2 \text{ т/ч}$; $b_0 = 5 \%$; $b_1 = 25 \%$; $v_0 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $v_1 = 59 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{0в1} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{0в2} = 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{в1} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{в2} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{в1} = 60 \%$; $\phi_{в2} = 100 \%$; $t_0 = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\tau_1 = 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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:

Уметь: рассчитывать основные составляющие энергетических балансов технологических схем и оборудования.	1. Составить тепловую схему и уравнения теплового и материальных балансов для одноступенчатой выпарной установки с выпарными аппаратами поверхностного типа при следующих исходных данных: $G_0 = 7,2 \text{ т/ч}$; $b_0 = 5 \%$; $b_1 = 25 \%$; $v_0 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $v_1 = 59 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{0в1} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{0в2} = 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{в1} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_{в2} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\phi_{в1} = 60 \%$; $\phi_{в2} = 100 \%$; $t_0 = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\tau_1 = 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$. 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.
---	---

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 $\cdot$ К) – удельная теплоемкость воды; $t_g = 65$ оС – температура горячей воды (по СНиП 55 оС, 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 оС 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; $t_{хВ} = 5$ оС
---	--

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

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 м³ 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 м³/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:

И – 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-ЗПК-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_{ПК-3} 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.