



УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

П.В.Луканин

20 18 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05

Теплотехнический эксперимент

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **24**
Код

Промышленная теплоэнергетика

Наименование кафедры

Направление подготовки: 13.06.01 Электро- и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		72
	Аудиторные занятия	34		16
	Лекции	17		8
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	17		8
	Самостоятельная работа	38		52
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	5		5
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная					2					
Очно-заочная										
Заочная					2					

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным
государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника


На основании учебных планов № A130601.21-3
Az130601-3

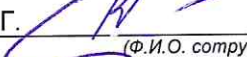
Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: Сморodin С.Н. 
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: Сморodin С.Н. 
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел: Смирнова В.Г. 
(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

- сформировать у обучающихся современные представления о методах научных исследований

1.3. Задачи дисциплины

- приобретение навыков, позволяющих обоснованно выбрать модель процесса; овладение методами решения нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, определяющих выбранную модель процесса; получение практических навыков по определению объема эксперимента на основе теории подобия и статистической обработке результатов эксперимента.

1.4. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
ОПК-1	владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	2
Планируемые результаты обучения Знать: <ul style="list-style-type: none">• подходы и средства для постановки теплотехнических экспериментов);• способы определения погрешностей прямых величин и величин-функций измеряемых в процессе проведения экспериментов; Уметь: <ul style="list-style-type: none">• определять погрешности экспериментальных результатов прямых величин и величин-функций; Владеть: <ul style="list-style-type: none">• терминологией в области методов проведения экспериментальных исследований и методов обработки данных полученных в результате исследований;• информацией о технических параметрах оборудования применяемого в экспериментах;		
ОПК-4	готовностью организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности	1,2
Знать: <ul style="list-style-type: none">• математические приёмы анализа и обработки результатов экспериментов;• основные понятия математического планирования экспериментов. Уметь: <ul style="list-style-type: none">• обрабатывать экспериментальные результаты с применением математических приемов анализа и обобщения, проверять полученные результаты. Владеть: <ul style="list-style-type: none">• навыками применения полученной информации при постановке теплотехнических экспериментов;• навыками дискуссии по профессиональной тематике.		
ПК-1	способностью осуществлять фундаментальные исследования в актуальных направлениях современной тепло- и электроэнергетики	2

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технику измерений, виды, методы и средства измерений. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать проведение исследований, определять наивыгоднейшие условия проведения исследований; • пользоваться техническими средствами при проведении экспериментов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способами анализа и обобщения данных получаемых в ходе экспериментов; 		
ПК-2	способностью осуществлять научно-исследовательскую деятельность в смежных областях научного знания	3
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные разделы теории планирования эксперимента, в том числе методы Плакетта Бермана, последовательный симплекс метод, центральный ротatableльный композиционный план, метод крутого восхождения и др; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • получить регрессионное уравнение, описывающее результаты эксперимента; • измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений, <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками применения полученной информации при постановке теплотехнических экспериментов; • по полученному регрессионному уравнению проанализировать влияние отдельных параметров на функцию цели; • навыками определения экстремума целевой функции; 		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Системный анализ в энергетике – ОПК-1, ПК-1

Компьютерное моделирование и математический анализ в энергетике – ПК-1

Современные информационные технологии – ПК-2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1 Основные положения			
Тема 1. Методы планирования эксперимента. Методы теоретического и эмпирического исследования. Наблюдение, измерение, эксперимент. Основы теории построения эмпирических зависимостей по экспериментальным данным	4		4
Тема 2. Выражения для перехода кодированного значения координат в натуральные величины и обратно. Целевая функция, выбор варьируемых переменных, план эксперимента. Постановка задач исследований. Выбор критериев оптимизации.	4		6
Тема 3 Определение погрешностей. Погрешности измерения. Классификация. Класс точности. Экспериментальная оценка характеристик средств измерения. Оценка влияния технологического процесса на средства измерения	4		6
Тема 4 Планирование эксперимента. Основные составляющие планирования и их характеристики. Характеристика объектов исследования и решаемых задач. Планирование. Проведение. Расчет и анализ результатов. Планирование экстремальных экспериментов. Планирование эксперимента второго порядка.	6		6
Текущий контроль 1 Устный опрос	2		
Учебный модуль 2 Основные методы планирования эксперимента			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Тема 5 . Симплекс метод. Его преимущества и недостатки. Алгоритм Симплекс-метода. Построение плана эксперимента. Поиск оптимального решения	6		6
Тема 6. Метод Плакетта-Бермана. Его преимущества и недостатки. Отсеивание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента. Пример для 10 варьируемых переменных Введение фиктивных факторов. Определение значимых параметров	6		6
Тема 7 Ротатабельный центральный композиционный план. Составление матрицы планирования эксперимента. Расчет оценок коэффициентов уравнения регрессии	6		6
Тема 8. План Бокса – Уилсона. Его преимущества и недостатки. Построение факторного эксперимента. Вычисление оценки градиента. Метод экспериментальной оптимизации. Алгоритм построения и нахождения экстремума по методу Бокса-Уилсона.	6		6
Текущий контроль 2. Реферат	6		6
Учебный модуль 3 Технические измерительные средства			
Тема 9. Измерения температуры. Шкалы. Виды средств измерения. Стеклянные термометры расширения. Манометрические термометры. Термопреобразователи сопротивления. Термоэлектрические преобразователи. Средства измерения температуры по излучению. Методика измерения температуры.	4		4
Тема 10. Измерение давления. Виды средств измерения. Жидкостные приборы для измерения давления. Деформационные приборы для измерения давления. Вакуометры. Методика измерения давления и вакуума.	4		4
Тема 11. Измерение уровня. Методы измерения уровня. Основные сведения. Гидростатический расходомер. Поплавковые, емкостные и прочие уровнемеры.	4		4
Тема 12. Измерения расхода. Виды средств измерения. Измерения расхода по перепаду давления в сужающем устройстве. Расходомеры постоянного перепада давления. Электромагнитные расходомеры. Тахометрические расходомеры. Ультразвуковые расходомеры и расходомеры. Кориолисовые расходомеры.	4		4
Текущий контроль 3. Устный опрос	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине - зачет	4		4
	72		72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	5	2			5	2
2	5	2			5	2
3	5	1			5	
4	5	1			5	
5	5	1			5	2
6	5	1			5	
7	5	2			5	
8	5	2			5	
9	5	2			5	2
10	5	1			5	
11	5	1			5	
12	5	1			5	
ВСЕГО:		17				8

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование	Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
----------------------	--------------	----------------	-----------------------	------------------

	и форма занятий	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Методы теоретического и эмпирического исследования	5	1			5	
2	Выражения для перехода кодированного значения координат в натуральные величины и обратно	5	2			5	
3	Экспериментальная оценка характеристик средств измерения. Оценка влияния технологического процесса на средства измерения	5	2			5	
4	Планирование и проведение эксперимента. Расчет и анализ результатов	5	1			5	2
5	Алгоритм Симплекс-метода	5	1			5	2
6	Отсевивание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента	5	2			5	1
7	Составление матрицы планирования эксперимента. Расчет оценок коэффициентов уравнения регрессии	5	2			5	1
8	Построение факторного эксперимента. Вычисление оценки градиента	5	2			5	2
9	Методика измерения температуры.	5	1			5	
10	Методика измерения давления и вакуума	5	1			5	
11	Методы измерения уровня.	5	1			5	
12	Измерения расхода по перепаду давления в сужающем устройстве. Расходомеры постоянного перепада давления.	5	1			5	
ВСЕГО:			17				8

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 3	Устный опрос	5	2				

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
2	Реферат	5	1			5	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	5	14			5	23
Подготовка к практическим занятиям	5	14			5	23
Выполнение учебно- или научно-исследовательских работ (реферата)	5	6			5	6
Подготовка к зачетам	5	4			5	4
ВСЕГО:		38				56

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014

Режим доступа IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/30012>

2. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015.— 93 с

Режим доступа IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/55912>

б) дополнительная учебная литература

3. Попов А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс]: монография/ Попов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 296 с

Режим доступа IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/45413>

4. Обработка результатов измерений. Часть 2. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Е. Гордиенко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 104 с

Режим доступа IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/19016>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. **Портнов В.В.** Многоступенчатые выпарные установки: учеб. пособие [Текст]/ В.В. Портнов. В.В. Майоров. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. 173 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях:

<http://www.gturp.spb.ru/fkl/fpe/kaf/pte/lakomkin/energysave.htm>

2. Портал по энергосбережению:

<http://www.energsovet.ru/stat.php>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Освоение лекционного материала обучающимися доступно при выполнении следующих видов работ: - проработка рабочей программы - в соответствии с целями, задачами, структурой и содержанием дисциплины; - составление конспекта лекций – кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. При возникших затруднениях в восприятии излагаемого материала следует сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.). Прослушивание аудио- и видеозаписей по теме (указать тему), решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Самостоятельная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в теме (указать тему). Составление аннотаций к прочитанным источникам литературы в ЭБС, подготовка аналитического обзора ресурса информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (указать ресурс). Написание реферата. Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы (указать проблему). Ознакомиться с требованиями к структуре и оформлению реферата. Подготовить презентацию доклада (указать количество слайдов, требования к информационной составляющей презентации) и др. При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты курса и рекомендуемую литературу

**10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1 (2)	<p>Демонстрирует знания подходов и средств для постановки теплотехнических экспериментов, способов определения погрешностей прямых величин и величин-функций измеряемых в процессе проведения экспериментов;</p> <p>Способен определять погрешности экспериментальных результатов прямых величин и величин-функций;</p> <p>Демонстрирует владение терминологией в области методов проведения экспериментальных исследований и методов обработки данных полученных в результате исследований, информацией о технических параметрах оборудования применяемого в экспериментах;</p>	<p>Устное собеседование</p> <p>Практические задания</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (28 вопросов)</p> <p>Задачи (20 штук)</p>
ОПК-4 (1,2)	<p>Демонстрирует знания математических приёмов анализа и обработки результатов экспериментов; основных понятий математического планирования экспериментов.</p> <p>Способен обрабатывать экспериментальные результаты с применением математических приемов анализа и обобщения, проверять полученные результаты.</p> <p>Демонстрирует владение навыками применения полученной информации при постановке теплотехнических экспериментов; навыками дискуссии по профессиональной тематике.</p>	<p>Устное собеседование</p> <p>Практические задания</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (28 вопросов)</p> <p>Задачи (20 штук)</p>
ПК-1 (2)	<p>Демонстрирует знания техники измерений, видов, методов и средств измерений.</p> <p>Способен планировать проведение исследований, определять наиболее выгодные условия проведения исследований, пользоваться техническими средствами при проведении экспериментов.</p> <p>Демонстрирует владение способами анализа и обобщения данных получаемых в ходе экспериментов;</p>	<p>Устное собеседование</p> <p>Практические задания</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (28 вопросов)</p> <p>Задачи (20 штук)</p>
ПК-2 (3)	<p>Демонстрирует знания основных разделов теории планирования эксперимента, в том числе методов Плакетта Бермана, последовательного симплекс метода, центрального ротатабельного композиционного плана, метода крутого восхождения и др;</p> <p>Способен получить регрессионное уравнение, описывающее результаты эксперимента; измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений,</p> <p>Демонстрирует владение навыками применения полученной информации при постановке теплотехнических экспериментов, навыками определения экстремума целевой функции, по полученному регрессионному уравнению может проанализировать влияние отдельных параметров на</p>	<p>Устное собеседование</p> <p>Практические задания</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (28 вопросов)</p> <p>Задачи (20 штук)</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	функцию цели;		

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач
Не зачтено	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов для зачета, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Актуальность подходов и средства для постановки теплотехнических экспериментов. Определение технологии теплоты.	1
2	Цель постановки эксперимента. Теория познания. Метод научного исследования. Ступени процесса познания.	1
3	Уровни научного исследования. Три группы общенаучных методов исследования.	2
4	Методы эмпирического исследования.	3
5	Преимущества и недостатки экспериментального изучения объекта.	4
6	Виды экспериментов. Способ обработки результатов экспериментальных данных.	4
7	Три этапа научного исследования.	4
8	Основные понятия теории погрешностей.	5
9	Систематические величины ошибок наблюдений.	6
10	Введение поправки в систематические ошибки.	7
11	Предельная систематическая погрешность.	7
12	Основные условия проведения эксперимента	8
13	Формулы перехода от кодированных значений в натуральные и обратно.	8
14	Какую задачу решают с применением метода планирования эксперимента Плакетта – Бермана.	9
15	Принцип построения плана Плакетта – Бермана. Расчет эффектов отдельных факторов.	10
16	Метод планирования экспериментальной оптимизации (последовательный симплекс метод –ПСМ). Для каких задач он применяется.	11
17	По каким критериям определяется достижения оптимума.	11
18	Как построить симплекс план.	12
19	Недостатки и преимущества ПСМ.	13
20	Ротатабельный композиционный план (РКП). Для решения каких задач он используется.	14
21	Из каких частей состоит матрица плана эксперимента РКП.	15
22	Как построить план РКП.	16
23	Методика проведения опытов и обработка результатов.	16
24	Измерение температуры.	17
25	Измерение давления.	18
26	Измерение уровня жидкостей.	19
27	Измерение расхода и количества вещества.	20
28	Химические анализаторы.	20

10.2.2. Вариант типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	<p>Определить эксергетический КПД и эксергетические потери для парового калорифера вторичного подогрева воздуха в кондиционере для холодного периода года. Пусть воздух с расходом $G = 20000$ кг / час нагревается в калорифере от $t_n = 16$ °С до $t_k = 19$ °С паром при температуре $t_p = 100$ °С. Теплоёмкость воздуха $C_v = 0,92$ кДж / кг·град. $T_x = 245$ К.</p> <p>Процесс адиабатический (без отвода теплоты в окружающую среду).</p>	<p><i>Тепловой баланс калорифера</i></p> $Q_0 = Q_n = G \cdot C_v \cdot (t_k - t_n) = 20000 \cdot 0,92 \cdot (19 - 16) = 55308 \text{ кДж / час}$ <p><i>Эксергетический баланс калорифера</i></p> <p>Переданная эксергия водяным паром в калорифере</p> $\Delta E_0 = Q_0 \cdot (1 - T_x / T_0) = 55308 \cdot (1 - 245 / 373) = 18980 \text{ кДж / час,}$ <p>где T_0 - среднетермодинамическая температура конденсации водяного пара $T_0 = t_p = 373$ К</p> <p>Воспринятая эксергия воздухом в калорифере</p> $\Delta E_n = Q_n \cdot (1 - T_x / T_n) = 55308 \cdot (1 - 245 / 290,5) = 8663 \text{ кДж / час, где}$ <p>T_n - среднетермодинамическая температура нагрева воздуха в калорифере</p> $T_n = [(t_k + t_n) / 2] + 273 = 290,5 \text{ К}$ <p>Эксергетический КПД калорифера</p> $\eta = \Delta E_n / \Delta E_0 = (8663 / 18980) \cdot 100 = 45,6 \%$ <p>Эксергетические потери в паровом калорифере</p> $\Pi = \Delta E_0 - \Delta E_n = 18980 - 8663 = 10317 \text{ кДж / час.}$
2	<p>Найти коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке трубы испарителя при следующих исходных данных:</p> <p>Тепловая мощность испарителя $Q = 12492$ кВт;</p> <p>Наружная поверхность трубок $F_{т,нар} = 343$ м²;</p> <p>Длина кипящих труб $H = 1,8$ м</p> <p>Давление вторичного пара $P_{вт} = 0,12$ МПа;</p> <p>Давление греющего пара $P_{гр} = 0,224$ МПа;</p>	$Re = Q \cdot H / (F_{т,нар} \cdot \rho \cdot v \cdot d_n / d_{вн}) =$ $= 12492 \cdot 1,8 / (298 \cdot 2194 \cdot 939 \cdot 0,237 \cdot 10^{-6} \cdot 38 / 33) = 134$ $\alpha = \lambda (g/v^2)^{1/3} \cdot 0,16 Pr^{1/3} Re / (Re - 100 + 63,2 Pr^{1/3}) =$ $686 \cdot 10^{-3} (9,81 \cdot 10^{12} / 0,237^2)^{1/3} \cdot$ $X [0,16 (1,384)^{1/3} 134 / (134 - 100 + 63,2 (1,384)^{1/3})] =$ $= 8758 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C).}$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

Время на подготовку 30 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи. К ответу прилагается письменный конспект.