Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ
_____П.В.Луканин
«28» июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 — **Выпарные теплотехнологические установки**
(Индекс дисциплины) (Наименование дисциплины)

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики
Код Наименование кафедры

Направление подготовки: **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль программы: Энергетика теплотехнологий

Квалификация: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение*	Заочное обучение*
Объем работы обучающегося (часы)	**Всего**	**180**		
	Аудиторные занятия	**56**		
	Лекции	28		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	**124**		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	8		
	Контрольная работа			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		**5**		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	8	6	7	8	9	10
Очное								**5**		
Очно-заочное										
Заочное										

Санкт-Петербург
2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебного плана № b130301-123

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

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

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: Смородин 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	x	По выбору	x

1.2. Цель дисциплины

Ознакомление обучающихся с типовыми конструкциями, принципами работы, современным состоянием и перспективами развития, особенностями эксплуатации выпарных установок.

1.3. Задачи дисциплины

Приобретение навыков в оценке и анализе физических процессов, протекающих в выпарных установках, тепловых расчетов выпарных установок, выбор экономичных режимов работы эксплуатации.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	3

Планируемые результаты обучения

Знать:

1) конструкции и схемы работы установок; характерные производственные затруднения и меры по их устранению;
2) способы утилизации вторичных энергоресурсов;
3) основы теории теплообмена (в рамках предлагаемого курса);
4) методику расчета выпарных установок (ВУ).

Уметь:

1) осуществить проектный и поверочный расчеты тепловых и материальных балансов ВУ;
2) обоснованно выбрать величину поверхности выпарного аппарата, их количество и схему выпарной установки;
3) ориентироваться в справочных и нормативных литературных источниках.

Владеть:

1) расчетами тепломассообменного основного и вспомогательного оборудования МВУ.

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

- Низкотемпературные технологические процессы и установки (ПК-10)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-10)
- Производственная практика (технологическая практика) (ПК-10)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1 Теоретические основы выпаривания			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 1. Назначение процесса концентрирования растворов. Технологическая и аппаратурно - технологическая схема производства целлюлозы сульфатным методом. Роль и место выпаривания в технологии производства целлюлозы.	8		
Тема 2. Принципы техники выпаривания. Классификация систем и аппаратурно-технологические схемы выпаривания.. Физико-химические свойства растворов и основные характеристики процесса выпаривания.	10		
Тема 3. Температурный режим работы МВУ. Общий и полезный температурный напор в МВУ. Тепловая нагрузка в выпарном аппарате. Распределение полезных температурных напоров по корпусам выпарной установки в зависимости от закона распределения тепловых нагрузок	8		
Тема 4. Схемы выпаривания в МВУ. Одноступенчатое выпаривание. Многоступенчатые выпарные установки. Эксплуатационные особенности схем МВУ	10		
Текущий контроль 1.Устный опрос	2		
Учебный модуль 2.Конструкции выпарных аппаратов и вспомогательного оборудования			
Тема 5. Выпарные аппараты пленочного типа. Их преимущества и недостатки. Механизм пленочного течения, кипения и теплоотдачи в пленке. Начальный участок. Режимы течения пленки и связь с теплоотдачей. Практические выводы применительно к АПП.	8		
Тема 6. Выпарные аппараты с вынесенной зоной кипения. Их преимущества и недостатки. Специфика конструкций аппаратов для различных целей применения.	8		
Тема 7. Суперконцентраторы. Особенности эксплуатации и области применения. Примеры конструкций	8		
Тема 8. Теплообменники рекуперативного типа и теплообменники смешения. Тепловые и технологические преимущества. Примеры конструкции аппаратов.	8		
Текущий контроль 2. Устный опрос	2		
Учебный модуль 3 Тепловые расчеты выпарных установок			
Тема 9. Поверочные тепловые расчеты. Прямоточные, противоточные и смешанные схемы выпаривания. Метод исключения зависимых переменных. Матричные вычисления методом Гаусса - Жордана. Блок схема расчета на ПК.	8		
Тема 10. Проектные тепловые расчеты. Прямоточные, противоточные и смешанные схемы выпаривания. Движущая сила процесса выпаривания. Конденсационная система. Схема отвода конденсатов. Способы регенерации вторичного тепла. Эффект самоиспарения.	8		
Тема 11. Тепловые расчеты схем с теплообменниками смешения, связь с технико-экономическими показателями. Вычисление невязки.	10		
Тема 12. Особенности расчетов при модернизации действующих схем выпаривания. Нагрузочно-энергетическая характеристика работы ВУ, основные технико-экономические показатели.	12		
Текущий контроль 3.Реферат	22		
Учебный модуль 4.Пути повышения эффективности работы выпарных установок			
Тема 13. Накипеобразование на поверхностях нагрева. Способы предупреждения и очистки. Каплеунос и способы очистки пара. Принципы работы сепарационных устройств. Вентиляция греющих камер аппаратов.	10		
Тема 14. Образование «дурнопахнущих газов». Отвод вторичных паров и неконденсируемых «дурнопахнущих газов». Методы расчета поверхностного и барометрического конденсаторов. Способы отвода конденсатов из вакуумных аппаратов	10		
Тема 15.Использование вторичных энергоресурсов. Регенерация теплоты отходящих газов технологических установок.	10		
Тема 16. Основы метода термодинамического анализа МВУ. Определение	8		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
эксергии теплового потока. Метод разности приращений эксергий тепловых потоков. Эксергетический КПД теплопередачи сложной термодинамической системы и теплоиспользующего элемента в ней			
Текущий контроль 4.Устный опрос	2		
Контрольная работа 1-4			
Промежуточная аттестация по дисциплине зачет	8		
ВСЕГО:	**180**		

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	8	2				
2	8	1				
3	8	1				
4	8	2				
5	8	2				
6	8	2				
7	8	1				
8	8	1				
9	8	2				
10	8	2				
11	8	2				
12	8	2				
13	8	2				
14	8	2				
15	8	2				
16	8	2				
	ВСЕГО:	**28**				

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и формазанятий	Очноеобучение		Очно-заочное обучение		Заочноеобучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Принципы техники выпаривания	8	2				
3	Температурный режим работы МВУ	8	2				
4	Схемы выпаривания в МВУ	8	2				
5	Выпарные аппараты пленочного типа	8	2				
6	Выпарные аппараты с вынесенной зоной кипения	8	2				
7	Суперконцентраторы	8	2				
8	Теплообменники рекуперативного типа и теплообменники смешения	8	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и формазанятий	Очноеобучение		Очно-заочное обучение		Заочноеобучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
9	Поверочные тепловые расчеты	8	2				
10	Проектные тепловые расчеты	8	2				
11	Примеры расчетов с теплообменниками смешения. Вычисление невязки.	8	2				
12	Особенности расчетов при модернизации действующих схем выпаривания	8	2				
16	Анализ термодинамической эффективности выпарных батарей по методу приращений эксергии	8	6				
		ВСЕГО:	**28**				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрен

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
1,2,4	Устный опрос	8	3				
3	Реферат	8	1				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очноеобучение		Очно-заочное обучение		Заочноеобучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	8	48				
Подготовка к практическим занятиям	8	46				
Выполнение контрольной работы						
Выполнение учебно- или научно-исследовательских работ (реферат)	8	22				
Подготовка к зачетам	8	8				
ВСЕГО:		**124**				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых активных и интерактивных форм занятий

Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная [X] балльно-рейтинговая [ ]

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Казаков В.Г., Луканин П.В., Смирнова О.С. Эксергетические методы оценки эффективности теплотехнологических установок: учебное пособие. (Рекомендовано ФГБОУВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»)/СПб ГТУ РП.- СПб.,2013.-93с.: ил.20.
Режим доступа - Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf

б) дополнительная учебная литература

2. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон.текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 207 с
Режим доступа - IPRbooks - http://www.iprbookshop.ru/40576

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

1. Казаков, В.Г. Термодинамические методы анализа в энергоиспользующих процессах [Электронный ресурс]: учеб.пособие / В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова; СПбГТУРП, каф. пром. теплоэнергетики. – СПб, 2011. – 93 с.
Режим доступа - Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭhttp://nizrp.narod.ru/termodynammetody.htm
2. Готовский М.А., Суслов В.А. Тепломассообмен в технологических установках ЦБП [Электронный ресурс]: учебное пособие М.А. Готовский, В.А. Суслов / СПб ГТУ РП. СПб, 2013. Часть 3. - 120 с.: ил. 84.
Режим доступа - Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭhttp://nizrp.narod.ru/metod/kpte/3.pdf

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

1. http://www.iprbookshop.ru/ IPRbooks
2. http://nizrp.narod.ru Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ

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

1. MicrosoftWindows 8.1
2. MicrosoftOfficeProfessional 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

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, плакаты, каталоги оборудования, демонстрационные и раздаточные материалы

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Лекция	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму и др.
Самостоятельная работа	Написание реферата. Ознакомление с требованиями к структуре и оформлению 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). Выполнение контрольной работы.При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу и т.д.

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
ПК-10 (3)	представляетконструкции и схемы работы установок; характерные производственные затруднения и меры по их устранению; способы утилизации вторичных энергоресурсов; основы теории теплообмена; методику расчета выпарных установок (ВУ). способен осуществить проектный и поверочный расчеты тепловых и материальных балансов ВУ;обоснованно выбрать величину поверхности выпарного аппарата, их количество и схему выпарной установки;ориентироваться в справочных и нормативных литературных источниках. демонстрирует владение навыками расчетов тепломассообменного основного и вспомогательного оборудования МВУ	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов для устного собеседования (51 вопрос) Практические задания (20 задач)

10.1.2. Описание шкал и критериев оцениваниясформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
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, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Суть и назначение процесса выпаривания.	1
2	Основы процесса выпаривания. Классификация систем и аппаратурно-технологические схемы выпаривания.	1
3	Основы процесса выпаривания. Материальный баланс выпарных установок.	1
4	Основы процесса выпаривания. Одноступенчатое выпаривание.	1
5	Основы процесса выпаривания. Многоступенчатые выпарные установки (МВУ).	1
6	Основы процесса выпаривания. Эксплуатационные особенности схем МВУ.	2
7	Основы процесса выпаривания. Физико – химические свойства растворов и основные соотношения для выражения концентрации сухих веществ.	2
8	Основы процесса выпаривания. Температурные депрессии. Математическое выражение для полезного температурного напора выпарной батареи.	3
9	Основы процесса выпаривания. Вычисление количества выпаренной воды через концентрации раствора и коэффициент центрирования.	3
10	Основы процесса выпаривания. Определение концентрации в n-ой ступени выпаривания.	3
11	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией и соосной греющей камерой.	4
12	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с восходящей пленкой.	5
13	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с естественной циркуляцией и вынесенной зоной кипения.	6
14	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с вынесенной греющей камерой.	6
15	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с естественной циркуляцией и внешней циркуляционной трубой.	6
16	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с принудительной циркуляцией, сосной греющей камерой и вынесенной зоной кипения.	6
17	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с падающей пленкой.	5
18	Основные конструкции выпарных аппаратов. Двухходовой выпарной аппарат фирмы «Розенблад».	5
19	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат с гравитационным течением фирмы «Лурги».	8
20	Основные конструкции выпарных аппаратов. Выпарной аппарат фирмы «Альстрем».	8
21	Основные конструкции выпарных аппаратов. Концентратор фирмы «Гортон».	7
22	Основные конструкции выпарных аппаратов. Двухходовой концентратор фирмы «Розенлев-Свенсон».	7
23	Основные конструкции выпарных аппаратов. Суперконцентратор фирмы «Розенлев» с гравитационным течением выпариваемого раствора.	7
24	Температурный режим работы в МВУ. Полезный температурный напор в единичном выпарном аппарате и выпарной батарее. Связь между общим и полезным температурным напором в батарее.	3
25	Температурный режим работы в МВУ. Распределение полезных температурных напоров по корпусам МВУ в зависимости от требований к величине теплообменной поверхности кипятильников выпарных аппаратов.	3
26	Тепловые расчеты МВУ. Основы поверочного теплового расчета на примере трехступенчатой прямоточной выпарной установки.	9
27	Тепловые расчеты МВУ. Алгоритм проектного теплового расчета.	9
28	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Обобщенное уравнение.	10

	Вынужденный поток по полному сечению, турбулентный.	
29	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Обобщенное уравнение. Вынужденный поток по полному сечению, ламинарный.	10
30	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Обобщенное уравнение. Свободное стекание жидкости по стенке, турбулентное.	10
31	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Обобщенное уравнение. Свободное стекание жидкости по стенке, ламинарное.	10
32	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Обобщенное уравнение. Свободное стекание конденсата по стенке (конденсация).	10
33	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Обобщенное уравнение. Свободный поток (естественная конвекция).	10
34	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Коэффициент теплоотдачи в критериальном виде для выпарных аппаратов с естественной циркуляцией.	10
35	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Коэффициент теплоотдачи для выпарных аппаратов с естественной циркуляцией (упрощенная формула).	10
36	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании. Коэффициент теплоотдачи от насыщенной парогазовой смеси.	10
37	Вычисление невязки при расчетах с теплообменниками смешения	11
38	Вспомогательное оборудование. Чистота вторичного пара в выпарных аппаратах.	12
39	Вспомогательное оборудование. Регенеративные подогреватели раствора. Типы применяемых регенеративных подогревателей раствора.	12
40	Вспомогательное оборудование. Регенеративные подогреватели раствора. и конденсаторы выпарных установок.. Расчет поверхности теплообмена рекуперативного теплообменника.	12
41	Вспомогательное оборудование. Конденсаторы выпарных установок. Назначение. Типы конденсаторов.	12
42	Вспомогательное оборудование. Прямоточные конденсаторы.	12
43	Вспомогательное оборудование. Противоточные конденсаторы.	12
44	Вспомогательное оборудование. Расчет расхода воды на конденсацию пара в поверхностных конденсаторах.	12
45	Вспомогательное оборудование. Расчет расхода воды на конденсацию пара в конденсаторах смешения.	12
46	Тепловые схемы и особенности эксплуатации выпарных установок сульфатного производства. Подготовка черного щелока к выпариванию.	13
47	Тепловые схемы и особенности эксплуатации выпарных установок сульфатного производства. Особенности эксплуатации МВУ.	13
48	«Дурнопахнущие газы». Образование и пути устранения	14
49	Использование вторичных энергоресурсов при выпаривании щелоков	15
50	Термодинамический анализ выпарных батарей	16
51	Метод приращения эксергий	16

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Определить эксергетический КПД, построить диаграмму распределения эксергетических потерь. Исходные данные: производительность аппарата по воде - $G_2 = 180$ т/ч; температура воды на входе - $t_2^{/}$= 343 К; температура воды на выходе - $t_2^{//} = 423K$; абсолютное давление греющего пара - $P_n = 7бар$.(438 К).	Тепловой поток, воспринимаемый водой в пароводяном подогревателе: $Q_í = G_2 \cdot c_{p2}\left(t_2^{"} - t_2^{'}\right)$ $Q_í = \frac{180000}{3600} \cdot 4{,}24 \cdot (423 - 343) = 16960 êÂò$ Тепловой поток, переданный воде в пароводяном подогревателе $Q_î = D \cdot (i'' - i')$ $Q_î = 8{,}38 \cdot (2762{,}9 - 697{,}1) = 173116 êÂò$ Эксергетический баланс Приращение эксергии нагреваемой воды в подогревателе

		$e_н = Q_н \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_н}\right)$, $e_н = 16960 \cdot \left(1 - \frac{300}{383}\right) = 3675 кВт$ Приращение эксергии в процессе коденсации пара в подогревателе $e_о = Q_о \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_о}\right)$, $e_о = 17311 \cdot \left(1 - \frac{300}{438}\right) \cdot 0{,}98 = 5345 кВт$ Эксергетические потери в подогревателе $П = 5345 - 3675 = 1670 кВт$
2	Определить эксергетический КПД, построить диаграмму распределения эксергетических потерь. Исходные данные: производительность аппарата по воде - $G_2 = 180$ т/ч; температура воды на входе - $t_2^{/}$= 343 К; температура воды на выходе - $t_2^{//} = 423К$; абсолютное давление греющего пара - $P_п = 7бар$.(438 К).	Тепловой поток, воспринимаемый водой в пароводяном подогревателе: $Q_i = G_2 \cdot c_{p2}\left(t_2^{"} - t_2^{'}\right)$ $Q_н = \frac{180000}{3600} \cdot 4{,}24 \cdot (423 - 343) = 16960 кВт$ Тепловой поток, переданный воде в пароводяном подогревателе $Q_i = D \cdot (i'' - i')$ $Q_о = 8{,}38 \cdot (2762{,}9 - 697{,}1) = 173116 кВт$ Эксергетический баланс Приращение эксергии нагреваемой воды в подогревателе $e_н = Q_н \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_н}\right)$, $e_н = 16960 \cdot \left(1 - \frac{300}{383}\right) = 3675 кВт$ Приращение эксергии в процессе коденсации пара в подогревателе $e_о = Q_о \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_о}\right)$, $e_о = 17311 \cdot \left(1 - \frac{300}{438}\right) \cdot 0{,}98 = 5345 кВт$ Эксергетические потери в подогревателе $П = 5345 - 3675 = 1670 кВт$

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 зачетаи порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная	X	письменная		компьютерное тестирование		иная	

10.3.3. Особенности проведения зачета

Время на подготовку к зачету 30 минут, в это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение задачи.