

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

28/06 2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.01
 (индекс дисциплины)

Тепломассообменные процессы при производстве тепловой энергии
 (Наименование дисциплины)

Кафедра **24** Промышленной теплоэнергетики
 Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки: Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		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	28		12
	Лекции	0		0
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	28		12
	Самостоятельная работа	44		56
	Промежуточная аттестация	0		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачёт	2		4
	Контрольная работа			4
Курсовой проект (работа)				
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2
Семестр		2		4


Санкт-Петербург
 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА


На основании учебных планов № м130401-1, zm 130401


Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

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

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Сморозин 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 Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области расчета и проектирования теплообменного оборудования, его конструкции и эксплуатацию при минимальных затратах энергетических, материальных и трудовых ресурсов

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть различные типы теплообменного оборудования автономных энергетических установок
- Раскрыть принципы конструктивного и поверочного расчетов теплообменного оборудования
- обеспечение надежной и экономичной работы теплообменного оборудования

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
ПК-3	Способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) законы и основные физико-математические модели переноса теплоты применительно к современным методам исследования и оценки работы теплотехнических и теплотехнологических установок и систем; 2) проблемы реконструкции и модернизации энергетического оборудования объектов и сооружений теплотехники; Уметь: 1) планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы; - применять современные методы исследования; 2) проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений; 3) рассчитывать передаваемые тепловые потоки с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты. Владеть: 1) основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования; 2) разработкой методик и организаций проведения экспериментов и испытаний, анализом их результатов; 3) обеспечением бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования;		

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

- Повышение энергетической эффективности тепломассообменных процессов и установок (ПК-3)
- Новые методы интенсификации конвективного теплообмена (ПК-3)
- Расчет и проектирование тепломассообменных установок (ПК-3)
- Тепломассообменные процессы сушки и сушильные установки (ПК-3)
- Тепло и массообменное оборудование в биоэнергетики (ПК-3)
- Тепломассообменные процессы выпарки и выпарные установки (ПК-3)

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 процессы теплообмена в котловых процессах			
Тема 1. Конвективный теплообмен оборудования паровых котлов.	8		9
Тема 2. Процессы кипения и конденсации в элементах конструкции парогенераторов.	8		9
Тема 3. Массообмен в процессе генерации пара.	6		9
Тема 4. Процессы распространения лучистой энергии.	8		9
Текущий контроль 1 (тестирование)	1		
Учебный модуль 2. «Вспомогательные» процессы при производстве тепловой энергии			
Тема 5. Термодинамические процессы сушки. Конвективная сушка дисперсных материалов.	8		9
Тема 6. Процессы испарения жидкости при подготовке питательной воды паровых котлов. Схемы испарительных установок. Конструкции испарителей.	8		7
Тема 7. Виды вентиляции. Основное вентиляционное оборудование	8		8
Тема 8. Центральные системы кондиционирования воздуха. Термовлажностный баланс	8		8
Текущий контроль 2 (тестирование)	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	8		4
ВСЕГО:	72		72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции - Не предусмотрены

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Процессы конвективного теплообмена в теплообменном оборудовании паровых котлов. Тепловой расчет элементов парогенератора	2	4			4	2
2	Процессы кипения и конденсации в элементах конструкции парогенераторов. Тепловой	2	4			4	2

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	расчет элементов.						
3	Массообмен в процессе генерации пара.	2	2				
4	Процессы распространения лучистой энергии. Расчет тепловосприятости в топке парогенератора	2	4			4	2
5	Термодинамические процессы сушки. Конвективная сушка дисперсных материалов. Расчет элементов	2	4			4	2
6	Процессы испарения жидкости при подготовке питательной воды паровых котлов. Схемы испарительных установок. Конструкции испарителей.	2	4				
7	Виды вентиляции. Основное вентиляционное оборудование	2	4			4	2
8	Центральные системы кондиционирования воздуха. Термовлажностный баланс	2	2			4	2
ВСЕГО:			28				12

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
1,2	Тестирование	2	2				

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)
Подготовка к лекционным занятиям					4	28
Подготовка к практическим занятиям	2	36			4	28
Подготовка к зачету	2	8			4	4
ВСЕГО:		44				60

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)

занятий		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические и семинарские занятия	Дискуссия, работа в группах	28		12
ВСЕГО:		28		12

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. Готовский М.А., Суслов В.А. М.А.Тепломассообмен в технологических установках / Готовский, В.А. Суслов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2017. – 420 с.
2. Епифанов В.С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Епифанов В.С., Степанов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2013.— 41 с, Режим доступа - IPRbooks -<http://www.iprbookshop.ru/46860>

б) дополнительная учебная литература

1. Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС: учебное пособие/ В.А. Суслов, В.Н. Белоусов, С.В. Антуфьев, Е.Н. Громова, А.Н. Кузнецов, В.А. Кучмин, С.Н. Смородин. – СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 83 с: ил. 6, Режим доступа - Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/12.pdf>

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

1. Готовский М.А., Суслов В.А. М.А.Тепломассообмен в технологических установках /

Готовский, В.А. Суслов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2017. – 420 с.

2. Бойков Л.М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов – СПб: СПбГТУРП, 2015.
3. Бойков Л.М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов – СПб: СПбГТУРП, 2014.
4. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Часть I. Топливо – СПб: СПбГТУРП, 2013. 85 с.
5. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Часть II. Теория горения – СПб: СПбГТУРП, 2013. 141 с.
6. Мовсесян В.Л., Мурзич А.Ф., Иванов А.Н. Профильно-пластинчатые теплообменники - СПб: СПбГТУРП, 2002

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. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. AutoDesk AutoCad 2015

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом, видеопроектор с экраном
2. Учебная лаборатория Теплообменного оборудования, 3 лабораторных установки
3. Компьютерный класс
4. Лаборатория теплоснабжения

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, демонстрационные плакаты, образцы оборудования, образцы поверхностей нагрева, модели.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся овладевают навыками проведения теплотехнических расчётов, навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений. Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ: <ul style="list-style-type: none">• работа с конспектом лекций;• подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов. При подготовке к зачету необходимо ознакомиться перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

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-3 (2)	Понимает законы и основные физико-математические модели переноса теплоты применительно к современным методам исследования и оценки работы теплотехнических установок и систем, проблемы реконструкции и модернизации энергетического оборудования объектов и сооружений теплоэнергетики. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, применять современные методы исследования, проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и	Вопросы для устного собеседования, практические задания,	Перечень вопросов для зачета (21 вопрос); практические задания(20 задач);

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	<p>функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, рассчитывать передаваемые тепловые потоки с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты.</p> <p>Демонстрирует навыки владения основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования, разработкой методик и организаций проведения экспериментов и испытаний, анализом их результатов, обеспечением бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования;</p>		

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, плохо знаком с основной литературой, допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

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 экзамена, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для экзамена	№ темы
1	Теплоносители и их физические свойства.	1
2	Основы теплового расчета теплообменного устройства	1
3	Основы гидравлического расчета теплообменного устройства и трубопроводов.	6
4	Способы повышения тепловой эффективности теплообменных аппаратов.	1
5	Расчетные уравнения для определения интенсивности теплообмена при кипении жидкости в большом объеме	2
6	Расчетные уравнения для определения интенсивности теплообмена при кипении жидкости в каналах и восходящем ее течении	2
7	Режимы течения двухфазного потока при кипении жидкости в каналах и восходящем	2

	ее течения	
8	Режимы течения двухфазного потока при кипении жидкости в каналах и нисходящим ее течения	2
9	Расчетные уравнения для определения интенсивности теплообмена при кипении жидкости в каналах и нисходящем ее течения	2
10	Виды диффузии	3
11	Уравнение массообмена. Уравнение энергии.	3
12	Лучистый теплообмен между телами	4
13	Расчет количества теплоты излучением от газов	4
14	$H-d$ – диаграмма влажного воздуха	5
15	Сушка топлива в кипящем слое	5
16	Схемы испарительных установок.	6
17	Конструкции испарителей.	6
18	Показатели эффективности испарительных установок.	6
19	Основные схемы вентиляции, кратность вентиляции. Принцип выбора вентиляционного оборудования	7
20	Основные элементы в схеме кондиционирования воздуха	8
21	Термовлажностный баланс объекта кондиционирования	8

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

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<p>Рассчитать средний температурный напор Δt_{cp}</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <p>Давление греющего пара P_n, бар. 11</p> <p>Расход воды G_B, кг/час. 130000</p> <p>Температура воды на входе t_B^{BX}, °C. 76</p> <p>Температура воды на выходе $t_B^{BЫX}$, °C. 150</p> <p>Материал трубок латунь</p> <p>Диаметры трубок d_H/d_{BH} 16/14</p>	<p>Определяем расход греющего пара по таблице водяного пара $t_H=184^\circ\text{C}$</p> <p>Вычисляем средний температурный напор $\Delta t_{cp} = (t_B^{BЫX} - t_B^{BX}) / \ln[(t_H - t_B^{BЫX}) / (t_H - t_B^{BX})] = (150 - 76) / \ln[(184 - 76) / (184 - 150)] = 64^\circ\text{C}$</p>
2	<p>Рассчитать расход греющего пара D_n</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <p>Давление греющего пара P_n, бар. 9</p> <p>Расход воды G_B, кг/час. 110000</p> <p>Температура воды на входе t_B^{BX}, °C. 72</p> <p>Температура воды на выходе $t_B^{BЫX}$, °C. 142</p> <p>Материал трубок медь</p> <p>Диаметры трубок d_H/d_{BH} 16/14</p>	<p>Составляем уравнение теплового баланса $D_n = (i_n - i_k) \eta = t_B (t_B^{BЫX} - t_B^{BX})$</p> <p>По таблицам водяного пара определяем скрытую теплоту парообразования $r = i_n - i_k = 2033,13 \text{ кДж/кг}$</p> <p>Вычисляем расход греющего пара $D_n = G_B (t_B^{BЫX} - t_B^{BX}) / (i_n - i_k) \eta = [110000 * 2648 (142 - 72)] / (3600 * 2033,13 * 0,88) = 2,84 \text{ кг/с}$</p>

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 к зачету 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практической задачи. Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация.