

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
 2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05
 (индекс дисциплины)

Теплообменные устройства в системах рекуперации теплоты
 (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	180		180
	Аудиторные занятия	70		18
	Лекции	28		8
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	42		10
	Самостоятельная работа	74		153
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		3
	Зачёт			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			3
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		5
Семестр		3		3

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, зм 130401

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 Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области разработки теплообменников, аппаратов различного назначения, улучшения их эксплуатационных характеристик; готовность выбрать серийное оборудование и выполнять технико-экономические расчёты, анализировать эффективность проектных решений, использовать прикладное программное обеспечение

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть особенности использования законов и способов передачи теплоты, обеспечивающих восприятие последующих учебных курсов в соответствии с направлениями «Промышленная теплоэнергетика» и «Энергетика теплотехнологий»;
- Раскрыть принципы расчёта теплообменников и различных теплоиспользующих установок;
- Продемонстрировать использование фактического научно-технического материала курса для непрерывной мировоззренческой и методологической подготовки студентов.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 4	готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) конструкции и схемы подключения теплообменного оборудования; 2) природу теплообменных процессов, протекающих внутри соответствующих установок; 3) методики конструктивного и поверочного расчетов; эксплуатационные и технико-экономические характеристики Уметь: 1) формулировать задания на разработку проектных решений, 2) проводить варианты технико-экономические и технические расчеты; проводить анализ эффективных технико-экономических решений; 3) проводить испытания теплообменного оборудования Владеть: 1) навыками проведения расчетов, 2) методиками испытаний, правилами технической эксплуатации и экологической безопасности		

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

Системы технического диагностирования, автоматического управления и защиты объектов в теплоэнергетике и теплотехнологии (ПК-4).

Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии (ПК-4)

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. Рекуперативные аппараты и теория рекуперативного теплообмена			
Тема 1. Классификация рекуперативных теплообменных аппаратов Области применения теплообменников. Способы переноса теплоты. Теплоносители и их физико-химические свойства. Способы интенсификации теплообмена.	20		19
Тема 2. Теория рекуперативного теплообмена Коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи. Методы расчёта. Уравнение теплового баланса. Уравнение расхода. Температурный напор. Теория подобия. Основные критериальные уравнения.	22		19
Текущий контроль 1. Тестирование	2		
Учебный модуль 2. Рекуперативные аппараты и установки			
Тема 3. Конструкторский расчёт рекуперативных теплообменников Тепловой расчёт теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Конструкционные материалы. Аэродинамический и гидравлический расчёты. Потери напора. Выбор нагнетателя.	16		19
Тема 4. Поверочный расчёт рекуперативных теплообменников Основы поверочного расчёта. Коэффициент теплопередачи. Вариантные расчёты парожидкостных, жидкостно-жидкостных, газо-газовых, газо-жидкостных теплообменников.	16		19
Тема 5. Расчёт на прочность Элементы, узлы и детали теплообменников. Конструкционные материалы, их физические и прочностные характеристики. Основы расчёта на прочность. Методы расчёта на прочность по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Расчёт на прочность отдельных элементов.	18		19
Текущий контроль 2. Тестирование	2		
Учебный модуль 3. Повышение эффективности теплообменников			
Тема 6. Методы интенсификации теплообмена Методы оценки энергетической эффективности теплообменного оборудования. Способы повышения эффективности теплообмена. Способы оребрения поверхности теплообмена.	10		19
Тема 7. Конструирование теплообменных аппаратов Основы конструирования. Нормы и методы расчёта. Конструирование отдельных деталей, элементов и блоков теплообменного оборудования. Выбор запорно-Предохранительной арматуры. Обязка контрольно-измерительными приборами.	12		19
Текущий контроль 3. Тестирование	2		
Учебный модуль 4. Изготовление, монтаж, эксплуатация и ремонт теплообменного оборудования			
Тема 8. Монтаж теплообменного оборудования Организация строительно-монтажных работ. Монтажные механизмы, инструменты и приспособления. Привязка оборудования к сетям. Пуско-наладочные испытания.	10		19
Тема 9. Эксплуатация и ремонт теплообменного оборудования Правила эксплуатации теплообменников. Пуски и остановки. Способы, механизмы и устройства для очистки теплообменников. Системы планово-предупредительных ремонтов. Планирование ремонтных работ. Организация ремонтов и сервисного обслуживания.	12		19
Текущий контроль 4. Тестирование	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен	36		9
ВСЕГО:	180		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	3	4			3	1
2	3	4			3	1
3	3	4			3	1
4	3	4			3	1
5	3	4			3	1
6	3	4			3	1
7	3	2			3	1
8	3	1			3	0,5
9	3	1			3	0,5
ВСЕГО:		28				8

3.2. Практические 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	Классификация теплообменников	3	6			3	1
2	Теория рекуперативного теплообмена	3	6			3	1
3	Тепловой и конструктивный расчёты	3	6			3	2
4	Аэродинамический и гидравлический расчёты	3	6			3	1
5	Расчёт на прочность	3	6			3	1
6	Специфика расчёта различных теплообменников	3	6			3	1
7	Конструкционные материалы	3	2			3	1
8	Монтаж теплообменного оборудования	3	2			3	1
9	Проблемы эксплуатации теплообменного оборудования	3	2			3	1
ВСЕГО:		42				10	

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, 3, 4	Тестирование	3	4				

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	3	40				80
Подготовка к практическим занятиям	3	34				73
Подготовка к экзамену	3	36				9
	ВСЕГО:	110				162

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий
Не предусмотрено

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. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учебник/ В.М. Лебедев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 384 с
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26805> - ЭБС: IPRbooks
2. Суслов В.А., Антуфьев С.В. и др. Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС [Текст]: учеб. пособие / В.А. Суслов, С.В. Антуфьев. СПб ГТУ РП. СПб., 2015. - 84 с: ил. 67.
Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/12.pdf> - ЭБ ВШТЭ

б) дополнительная учебная литература

3. Теплотехнические расчеты тепловых установок [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 82 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22629> - IPRbooks

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

1. Готовский М.А., Суслов В.А. Тепломассообмен в технологических установках ЦБП [Текст]: учебное пособие М.А. Готовский, В.А. Суслов / СПб ГТУ РП. СПб, 2012. Часть 3. - 120 с.: ил. 84. – ISBN 978-5-91646-038-4
Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/teploomassobmen.htm>. - ЭБ ВШТЭ
2. Иванов А.Н., Белоусов В.Н., Смородин С.Н. Теплообменное оборудование предприятий: Учебное пособие. ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2016.
Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/teploobmenpr.htm>. - ЭБ ВШТЭ

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

1. Издательский дом МЭИ [Электронный ресурс] URL: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.
2. Электронная библиотека «КнигаФонд» [Электронный ресурс] URL: www.knigafund.ru.
3. Электронная библиотека «IPRbooks» [Электронный ресурс] URL: <http://www.iprbookshop.ru>.

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. PTC Mathcad 15.

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

Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, плакаты, демонстрационные и раздаточные материалы

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими. При подготовке к текущему контролю необходимо повторить основные положения, пройденные на предшествующих занятиях. При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты лекций 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
ПК-4 (2)	<p>Демонстрирует знания конструкций и схем подключения теплообменного оборудования, природы теплообменных процессов, методик конструктивного и поверочного расчётов теплообменников.</p> <p>Способен формулировать задания на разработку проектных решений, проводить технические и технико-экономические расчёты, проводить анализ эффективных технико-экономических решений, проводить испытания теплообменников.</p> <p>Демонстрирует владение навыками проведения расчётов, методиками испытаний, правилами технической эксплуатации и экологической безопасности.</p>	устное собеседование, тестирование	перечень вопросов для устного собеседования (20 вопросов); тестовые задания по темам (25 заданий)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
отлично	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области.
хорошо	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Однако присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.
удовлетворительно	Ответ неполный, основанный только на материалах, полученных на практических занятиях. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях.
неудовлетворительно	Неспособность самостоятельно ответить на вопрос. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека.

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	Способы переноса теплоты. Классификация теплообменных аппаратов	1
2	Теплоносители и их физико-химические свойства	1
3	Область применения рекуперативных теплообменников	1
3	Теория рекуперативного теплообмена. Коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи	2
4	Методы расчёта теплообменных установок	2
5	Уравнение теплового баланса. Уравнение расхода. Температурный напор	2
6	Теория подобия. Основные критериальные уравнения	2
7	Конструкторский расчёт теплообменных аппаратов. Тепловой, гидравлический и аэродинамический расчёты	3
8	Основы поверочного расчёта теплообменников.	4
9	Вариантные расчёты парожидкостных, жидкостно-жидкостных, газо-газовых, газожидкостных теплообменников	4
10	Основы расчёта на прочность. Элементы, узлы и детали теплообменников. Конструкционные материалы, их физические и прочностные характеристики	5
11	Методы расчёта на прочность по предельным напряжениям и предельным нагрузкам	5
12	Расчёт на прочность отдельных элементов	5
13	Методы оценки энергетической эффективности теплообменного оборудования	6
14	Способы повышения эффективности теплообмена	6
15	Основы конструирования и изготовления теплообменного оборудования	7
16	Конструирование отдельных деталей, элементов и блоков теплообменного оборудования	7
17	Обязка теплообменников контрольно-измерительными приборами. Выбор запорно-предохранительной аппаратуры	7
18	Организация строительно-монтажных работ. Монтажные механизмы, инструменты и приспособления	8
19	Пуско-наладочные испытания теплообменного оборудования	8
20	Правила эксплуатации и ремонта теплообменного оборудования. Пуски и остановы. Системы планово-предупредительных ремонтов. Сервисное обслуживание	9

10.2.2. Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка задания	Ответ
-------	----------------------	-------

1	<p>По способу передачи теплоты теплообменные аппараты классифицируются следующим образом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы 2. рекуперативные (поверхностные), регенеративные, смешительные (контактные) 3. парожидкостные, газожидкостные, жидкостно-жидкостные, газо-газовые 4. высокотемпературные, среднетемпературные, криогенные, низкотемпературные 	2
2	<p>Идеальный теплоноситель должен обладать следующими физическими свойствами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. низкая плотность, вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость и теплота фазового перехода 2. высокая плотность, вязкость, теплота фазового перехода, низкая теплопроводность и теплоёмкость 3. низкая вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость, плотность и теплота фазового перехода 4. высокая плотность, теплоёмкость, теплопроводность и теплота фазового перехода, низкая вязкость 	4
3	<p>График температурного напора</p> $\Delta t_6 = t_1' - t_2'$ $\Delta t_m = t_1'' - t_2''$ <p>соответствует теплообменнику...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. с прямоточной схемой движения теплоносителей 2. с противоточной схемой движения теплоносителей 3. с перекрёстным током 4. с фазовым превращением одного из теплоносителей 	1

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 экзамена 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 экзамена

Время на подготовку – 45 минут, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи.