

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Теоретические основы электротехники и энергетики»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.В.3 «ТЕПЛОМАССООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ»

для направления подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

по профилю
«Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «*Теоретические основы электротехники и энергетики*»
Протокол № 4 от 05.12.2024 г.

Заведующий кафедрой
«*Теоретические основы электротехники и
энергетики*»

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

Е.Л. Рыжова

Представитель работодателя:

В.В. Галов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» (Б1.В.3) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 143, с учетом профессионального стандарта 16.065 Инженер - проектировщик технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей (Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 декабря 2015 г. N 1082н); 16.149 Специалист в области проектирования систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции (Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 июня 2018 года N 346 н. Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 28 июня 2018 года, регистрационный N 51474).

Целью изучения дисциплины является овладение основами и принципами проектирования тепломассообменного оборудования предприятий, методами их расчета и конструирования, ознакомление студентов с основными видами тепломассообменного оборудования предприятий, изучение его конструкций и методик расчета.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение конструкций рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов;
- изучение видов теплоносителей и их характеристик;
- изучение последовательности проектирования тепломассообменных аппаратов;
- изучение целей и методов выпаривания растворов;
- изучение методов обезвоживания влажных материалов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>ПК-1 : Выполнение гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.</i>	
<i>ПК-1.1.6 6 Знает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, а также технологии производства работ</i>	Обучающийся знает: – правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию; Обучающийся умеет: – работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; – Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию;
<i>ПК-3 Выполнение прочностных расчетов трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.</i>	
<i>ПК-3.3.1. Имеет навыки анализа и обработки подготовленных данных для выполнения прочностных расчетов трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.</i> <i>ПК-3.3.4. Имеет навыки поверочного расчета на прочность и устойчивость трубопровода с учетом нагрузок и воздействий.</i> <i>ПК-3.3.6. Имеет навыки оформления результатов прочностных расчетов трубопроводов и пояснительной записки при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей</i>	Обучающийся имеет: – навыки расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме; – навыки выбора оборудования и арматуры; – навыки уточнение диаметров трубопроводов по полученным данным. – Навыки определять соответствие методик, использованных при определении расчетных расходов тепловой энергии и соответствующих им расчетных расходов теплоносителей на технологические нужды, отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха, требованиям нормативно-технических и нормативных методических документов
<i>ПК-4: Выполнение расчетов для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объекта капитального строительства</i>	

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-4.2.2. Умеет определять конструктивные особенности и метеорологические условия, применять требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов к конструированию основных узловых соединений систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	Обучающийся умеет: – выполнять технические расчеты; Обучающийся владеет: -навыками создания чертежей и моделей систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		V
Контактная работа (по видам учебных занятий)	80	80
В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	32	32
– лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	28	28
Контроль	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	(Экз)	(Экз)
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Экз)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Теплообменники	Лекция 1. Понятия, определения и классификация промышленного оборудования. Лекция 2. Рекуперативные теплообменные аппараты. Классификация и виды теплоносителей Лекция 3. Проектирование теплообменных аппаратов Лекция 4. Теплообменники типа «труба в трубе». Лекция 5. Спиральные теплообменные аппараты Лекция 6. Пластинчатые теплообменники Лекция 7. Тепловые трубы и ДТС. Лекция 8. Регенеративные теплообменные аппараты. Виды насадок. Тепловой расчет регенеративных теплообменников.	ПК-1.1.6 ПК-3.3.1. ПК-3.3.4 ПК-3.3.5. ПК-4.2.2
		Лабораторное занятие 1. Определение изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении воздуха. Лабораторное занятие 2. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха. Лабораторное занятие 3. Исследование теплообмена излучением. Лабораторное занятие 4. Определение параметров влажного воздуха. Лабораторное занятие 5. Определение коэффициента теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе». Лабораторная работа 6. Определение коэффициента теплопередачи в пластинчатом водо-водяном теплообменном аппарате.	ПК-1.1.6 ПК-3.3.1. ПК-3.3.4 ПК-3.3.5. ПК-4.2.2
		Практическое занятие 1. Типовой расчет теплообменника типа «труба в трубе». Практическое занятие 2. Типовой расчет спирального теплообменника Практическое занятие 3. Типовой расчет пластинчатого теплообменника Практическое занятие 4. Типовой расчет регенеративного теплообменника	ПК-1.1.6 ПК-3.3.1. ПК-3.3.4 ПК-3.3.5. ПК-4.2.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Самостоятельная работа. Обработка материалов лекции. Обработка результатов практических и лабораторных занятий.	
2	Выпарные аппараты	Лекция 9. Основные типы выпарных аппаратов Лекция 10. Свойства растворов Лекция 11. Материальный и тепловой балансы выпарного аппарата.	<i>ПК-1.1.6</i> <i>ПК-3.3.1.</i> <i>ПК-3.3.4</i> <i>ПК-3.3.5.</i> <i>ПК-4.2.2</i>
		Практическое занятие 5. Типовой расчет теплообменника типа «труба в трубе». Практическое занятие 6. Типовой расчет спирального теплообменника Практическое занятие 3. Типовой расчет пластинчатого теплообменника Практическое занятие 4. Типовой расчет регенеративного теплообменника	
		Самостоятельная работа. Обработка материалов лекции и практических занятий.	
3	Сушильные установки	Лекция 12. Термическая сушка, классификация влажных материалов. Лекция 13. Кинетика и динамика сушки Классификация сушилок Лекция 14. Материальный и тепловой баланс сушильных установок.	<i>ПК-1.1.6</i> <i>ПК-3.3.1.</i> <i>ПК-3.3.4</i> <i>ПК-3.3.5.</i> <i>ПК-4.2.2</i>
		Лабораторное занятие 1. Определение параметров влажного воздуха. Лабораторное занятие 2. Определение степени сухости влажного пара.	<i>ПК-1.1.6</i> <i>ПК-3.3.1.</i> <i>ПК-3.3.4</i> <i>ПК-3.3.5.</i> <i>ПК-4.2.2</i>
		Самостоятельная работа. Обработка материалов лекции. Обработка результатов лабораторной работы.	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Теплообменники	20	20	12	10	62
2	Выпарные аппараты	6	6	-	9	21
3	Сушильные установки	6	6	4	9	25
	Итого	32	32	16	28	108
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры, оборудованная следующими установками, используемыми в учебном процессе:

- компьютерный класс.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Перечень лицензионных программ представлен на внутреннем портале ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <http://eaisu.pgups.edu.mps/info/prog/>

8.2. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> - Режим доступа: свободный.

8.3. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Моисеев Б.В., Земенков Ю.Д., Торопов С.Ю. Промышленная теплоэнергетика: учебник для Вузов, Тюменский госуд. нефтегазовый университет.- 2014.- 236 с. <https://e.lanbook.com/book/55434>

2. Тепловые электрические станции [Текст] : учеб. / В. Д. Буров [и др.]; ред.: В. М. Лавыгин, А. С. Седлов, С. В. Цанев, 2009. – 465 с.

3. Н. Ю. Карапузова, В. М. Фокин. Расчет теплообменных аппаратов. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ ВолгГАСУ. 2013. – 65 с.

4. Карапузова Н. Ю., Фокин В. М. Тепломассообменное оборудование предприятий /Н. Ю. Карапузова, В. М. Фокин ; М-во образования и науки Росс. Федерации, Волгогр. гос.архит.-строит. ун-т. — Волгоград: ВолгГАСУ, 2012. — 68, [3] с.

5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочная серия : в 4 кн./ под общей ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина — 4-е изд., стер. — М.: Издво МЭИ, 2007. 632 с.

6. ГОСТ 2.104—2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. М.: Стандартиформ, 2007. 14 с.

7. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи : учеб. для вузов. М.: Бастет, 2010. 344 с.

8. Фокин В. М., Веселова Н. М. Тепломассообмен : учебное пособие / В. М. Фокин, Н. М. Веселова. Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград : ВолгГАСУ, 2007. 108 с.

9. ГОСТ Р 53677—2009. Нефтяная и газовая промышленность. Кожухотрубчатые теплообменники. М.: Стандартиформ, 2011. 35 с.

10. Промышленные теплообменные процессы и установки/Под ред. А.М.Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.
11. Н. Ю. Карапузова, В. М. Фокин. Расчет теплообменных аппаратов. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ ВолгГАСУ. 2013. – 65 с.
12. В.В. Филатов, А.Б. Буянов. Теплообменное оборудование предприятий. Методические указания/ СПб, ПГУПС. 2005.- 32 с.
13. Никольская О.К., Никольский Д.В., Кудрин М.Ю., Краснов А.С. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ / СПб.: ПГУПС. 2011.- 42 с
14. Митрофанова И.В., Киселев И. Теплообменное оборудование предприятий: учебное пособие: Ч 1 Теплообменники/ СПб.: ПГУПС. 2021.- 58 с.

8.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> - Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> - Режим доступа: свободный.

Разработчик, *доцент*

М.Ю. Егоров