

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.02 Циркуляционные технологии в промышленной энергетике

Учебный план: _____ ФГОС3++m130401.24-12_26-12.plx

Кафедра: 24 Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	17	17	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	
Итого	УП	17	17	37,75	0,25	2	
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Рыжиков Владимир
Александрович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной
теплоэнергетики

Громова Е.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Громова Е.Н.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Формирование у студентов системы знаний о принципах циркулярной экономики, методологиях и технических решениях по повышению ресурсоэффективности, снижению отходов и выбросов в промышленной энергетике

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучить основные концепции циркулярной экономики в теплоэнергетике;
- Освоить методы анализа материальных и энергетических потоков для выявления потенциала замыкания циклов на промышленных предприятиях;
- Рассмотреть современные технологии переработки низкопотенциального тепла, утилизации вторичных энергоресурсов (ВЭР) и обезвреживания отходов энергетики с использованием теплообменного оборудования;
- Научиться выполнять экологическую оценку внедрения циркулярных решений;

Развить навыки моделирования и оптимизации гибридных энергосистем с обратными связями и рециклом теплоносителей.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5.1: Способен к проведению технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа проектных решений теплообменных процессов и установок
Знать: методы технического расчета теплообменного оборудования для систем утилизации вторичных энергоресурсов и критерии оценки эффективности замкнутых энергетических циклов
Уметь: выполнять технические расчеты теплоутилизационного оборудования для конкретных промышленных схем
Владеть: методами построения энергетических и материальных балансов с замыканием потоков для промышленных объектов

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теоретико-методологические основы циркулярной энергетики	2				О
Тема 1. Принципы циркулярной экономики в промышленной теплоэнергетике. Определение, базовые принципы (Reduce, Reuse, Recycle в энергетике). Отличие линейной экономики от циркулярной. Концепция промышленного симбиоза и каскадного использования тепла. Роль тепломассообменных процессов в замкнутых циклах		2		7,75	
Тема 2. Оценка жизненного цикла (LCA) и углеродный след энергоустановок. : Методология LCA: цели, этапы (инвентаризация, оценка воздействия, интерпретация). Экологические индикаторы (GWP, ODP, POCP). Нормативная база (ISO 14040/14044). Учет рециклинга материалов в теплоэнергетике.		4	4	6	
Тема 3. Нормативно-правовое и экономическое стимулирование циркулярных технологий. Механизмы «зеленого» тарифа, углеродного налога, квот на выбросы. Стандарты ЕС, Best Available Techniques (BAT). Российские меры поддержки энергоэффективности и переработки техногенных отходов.		3	3	6	
Раздел 2. Технологии и оборудование замкнутых энергетических циклов					
Тема 4. Утилизация вторичных энергоресурсов (ВЭР). Классификация ВЭР. Эжекторные и теплонасосные системы. Рекуперативные, регенеративные и пластинчатые теплообменники для агрессивных и запыленных потоков. Установки утилизации тепла вентиляционных выбросов.		4	4	9	О
Тема 5. Проектирование гибридных энергокомплексов с замкнутым циклом ресурсов. Принципы интеграции ВИЭ, систем аккумулирования энергии и утилизации отходов. Моделирование тепловых схем с рециклом (возврат конденсата, тепловой насос + абсорбционная холодильная машина). Цифровые двойники для оптимизации циркулярных систем.		4	6	9	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	37,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			

Всего контактная работа и СР по дисциплине		34,25	37,75	
--	--	-------	-------	--

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-5.1	Имеет представление о методах технического расчета тепломассообменного оборудования для систем утилизации вторичных энергоресурсов и критериях оценки эффективности замкнутых энергетических циклов. Может выполнять технические расчеты теплоутилизационного оборудования для конкретных промышленных схем. Демонстрирует владение методами построения энергетических и материальных балансов с замыканием потоков для промышленных объектов

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач.	Выполненное задание полностью соответствует всем предъявляемым требованиям. Оригинальный подход к решению поставленной задачи.
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.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления.

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Сформулируйте три основных принципа циркулярной экономики в промышленной теплоэнергетике и приведите по одному примеру реализации каждого принципа на ТЭС или котельной.

6.3.2 Типовые тестовые задания

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Маркова Т. И., Бусыгин Н. Ю.	Переработка и утилизация отходов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2025	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2025193
Ветошкин, А. Г.	Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов	Москва: Инфра-Инженерия	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/78238.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Ю. Лакомкин	Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO ₂) [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/9.pdf
сост.: Е. Н. Громова	ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И СИСТЕМ: текст лекций для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 13.03.01 — Теплоэнергетика и теплотехника	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1679665312.pdf

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска

Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
-------------------	---