

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.06 Энерготехнологический комплекс промышленных предприятий

Учебный план: ФГОС3++m130401УП-1_26-12.plx

Кафедра: 24 Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Управление проектами в теплоэнергетике

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				
3	УП	17	34	20,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	34	20,75	0,25	2	
4	УП	24	12	36	36	3	Экзамен
	РПД	24	12	36	36	3	
Итого	УП	41	46	56,75	36,25	5	
	РПД	41	46	56,75	36,25	5	

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

Громова Е.Н.

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: Подготовка магистров к профессиональной деятельности по управлению проектами, связанными с созданием, эксплуатацией, реконструкцией и оптимизацией энерготехнологических комплексов промышленных предприятий.

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучить структуру и режимы работы ЭТК;
- Овладеть методами энерготехнологического анализа и аудита;
- Сформировать компетенции по разработке и реализации энергоэффективных проектов в условиях действующего производства.

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-1: Способен организовывать и контролировать подготовку проектов в части соблюдения требований энергоэффективности зданий, строений и сооружений
Знать: концепцию, структуру и принципы построения энерготехнологических комплексов (ЭТК) промышленных предприятий
Уметь: рассчитывать и анализировать эффективность работы ключевых элементов ЭТК и комплекса в целом.
Владеть: методами технологических и теплогидравлических расчетов основных аппаратов и узлов ЭТК.

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. Промышленные печи	3				О
Тема 1. Назначение и конструкции промышленных печей. Классификация печей по теплотехнологическим признакам и конструктивному исполнению. Теплообменные процессы в печах. Особенности организации топочных процессов в промышленных печах. Аэродинамика и теплообмен в печных установках. Нагревательные печи камерного типа. Тепловой баланс камерной печной установки		2	6	4	
Тема 2. Metallургическое производство. Доменные печи. Тепловой баланс доменной печи. Методические печи. Расчет длительности нагрева материала в методических печах за счет конвективного теплообмена. Тепловой баланс методических печей. Коксохимическое производство. Мартеновские печи. Установка сухого тушения кокса		2	5	4	
Тема 3. Туннельные печи. Тепловой баланс туннельных печей. Технологическая схема производства цемента. Вращающиеся печи. Печи с кипящим слоем. Индукционные нагревательные и плавильные печи. Дуговые электропечи.		2	5	2	
Тема 4. Футеровка печей. Выбор материалов для футеровки печей. Определение геометрические размеры печей. Определение размеров рабочего пространства камерной печи. Расчет горения различных видов топлива в топливных печных установках. Конструкции газовых горелок для топливных печей. Мазутные форсунки для топливных печей		2	2	2	
Раздел 2. Термическая переработка твердого топлива					О,Д
Тема 5. Высокотемпературный и низкотемпературный пиролиз. Принципиальная схема процесса пиролиза. Основные типы пиролизных котлов. Расчет топки пиролизного котла. Трудности в эксплуатации пиролизных котлов. Установки для получения биогаза. Расчет метатенков. Конструкции газогенераторов. Материальный и тепловой балансы газогенераторов		4	6	4	

Тема 6. Энерготехнологическое использование твердого топлива. Коксовый процесс. Термические процессы коксования. Коксогазовые печи. Полукоксование. Гидрогенезация. Сухая перегонка		2	6	2	
Тема 7. Переработка и утилизация твердых бытовых отходов. Теоретические основы процесса переработки ТБО. Анализ эффективности переработки отходов. Мусоросжигательные заводы. Сверхкритическое водное окисление. Методика расчета реактора СКВО		3	4	2,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	20,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Раздел 3. Высокотемпературные установки целлюлозно-бумажной промышленности	4				О
Тема 8. Сульфатная варка целлюлозы в котлах периодического действия и непрерывно действующих варочных установках. Тепловой баланс варочного котла. Основы теплового расчета выпарных аппаратов. Содорегенерационные котельные агрегаты. Известеобжигательные печи. Тепловой расчет известерегенерационных печей.		12	4	18	
Тема 9. Сжигание вторичных горючих продуктов целлюлозно-бумажного и деревообрабатывающего производства. Подготовка и сжигание древесной коры и отходов. Подготовка и сжигание лигнина - побочного продукта гидролизного производства. Сжигание биологического ила. Газификация черного щелока. Утилизация сульфитных щелоков на магниевом основании		12	8	18	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		24	12	36	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		89,75		90,25	

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-1	Ориентируется в современных концепциях, структурах и принципах построения энерготехнологических комплексов (ЭТК) промышленных предприятий Способен рассчитывать и анализировать эффективность работы ключевых элементов ЭТК и комплекса в целом. Демонстрирует навыки владения методами технологических и теплогидравлических расчетов основных аппаратов и узлов ЭТК.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать формулы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания
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 3	
1	Назначение высокотемпературной технологической обработки материалов. Области применения высокотемпературных процессов и установок.
2	Классификация печей по теплотехнологическим признакам и конструктивному исполнению. Особенности организации топочных процессов в промышленных печах.
3	Тепломассообменные процессы в печах.
4	Нагревательные печи камерного типа. Тепловой баланс камерной печной установки

5	Технологическая схема металлургического производства
6	Доменные печи. Тепловой баланс доменной печи
7	Методические печи. Тепловой баланс методических печей
8	Расчет длительности нагрева материала в методических печах за счет конвективного теплообмена.
9	Коксохимическое производство. Установка сухого тушения кокса
10	Туннельные печи. Тепловой баланс туннельных печей
11	Технологическая схема производства цемента. Вращающиеся печи
12	Печи с кипящим слоем
13	Индукционные нагревательные и плавильные печи. Дуговые электропечи
14	Футеровка печей. Выбор материалов для футеровки печей
15	Определение геометрические размеры печей. Определение размеров рабочего пространства камерной печи
16	Расчет горения различных видов топлива в топливных печных установках
17	Конструкции газовых горелок для топливных печей. Мазутные форсунки для топливных печей
18	Высокотемпературный и низкотемпературный пиролиз. Принципиальная схема процесса пиролиза
19	Основные типы пиролизных котлов. Расчет топki пиролизного котла
20	Установки для получения биогаза. Расчет метатенков
21	Конструкции газогенераторов. Материальный и тепловой балансы газогенераторов
22	Энерготехнологическое использование твердого топлива
23	Переработка и утилизация твердых бытовых отходов. Теоретические основы процесса переработки ТБО
24	Анализ эффективности переработки отходов
25	Сверхкритическое водное окисление. Методика расчета реактора СКВО
Семестр 4	
26	Сульфатная варка целлюлозы в котлах периодического действия и непрерывно действующих варочных установках
27	Тепловой баланс варочного котла
28	Содорегенерационные котельные агрегаты. Тепловой баланс СРК
29	Известеобжигательные печи. Тепловой расчет известерегенерационных печей
30	Подготовка и сжигание коро-древесных отходов
31	Гидролизное производство. Подготовка и сжигание лигнина
32	Сжигание биологического ила
33	Газификация черного щелока
34	Утилизация сульфитных щелоков на магниевом основании
35	Способы снижения затрат теплоты и энергии теплотехнических процессов

6.3.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Необходимо определить длину, ширину и высоту рабочего пространства нагревательной печи.

Исходные данные:

- производительность печи $G=650 \text{ кг/ч}$;
- габариты нагреваемой заготовки: $a=0,18 \text{ м}$, $b=0,18 \text{ м}$, $l=0,34 \text{ м}$;
- материал нагреваемой заготовки – ст.20, плотность – $\rho=7800 \text{ кг/м}^3$.

Составить и рассчитать материальный баланс известерегенерационной печной установки, при следующих исходных данных:

Производительность печи по извести $G_{\text{и}}$, т/ч=14

Температура извести после печи $t_{\text{ои}}$, °C=750

Температура мазута $t_{\text{м}}$, °C=100

Влажность шлама $W_{\text{ш}}$, %=58

Температура шлама $t_{\text{ш}}$, °C=85

Недожог мазута $a_{\text{м}}=0,04$

Потери извести при прокаливании $a_{\text{п}}$, %=4

Потери извести в результате уноса y , %=5

Температура уходящих газов $t_{\text{ух.г}}$, °C=200

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

На подготовку устного ответа и решение задачи отводится 30 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Е.Н. Громова	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч. 2: учеб. пособие	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	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1637417881.pdf
А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Энергосбережение в теплотехнике и теплотехнологиях [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://www.nizrp.narod.ru/energobereg13.htm
Е.Н. Громова	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки Ч. 1.: учебное пособие	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	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590159117.pdf
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин, Е.Н. Громова	Тепломассообменное оборудование предприятий (Сушильные установки) [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte//16.pdf
С.Н. Смородин, В.Н. Белоусов, В.Ю. Лакомкин	Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках и строительстве [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/10.pdf
О.Б. Григорай [и др.]	Газификация черного щелока сульфатного производства [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	http://nizrp.narod.ru/gazifikacyach.htm

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
База ГОСТов [Электронный ресурс]. URL: <https://allgosts.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

PTC Mathcad 15

Microsoft: WIN HOME 10 Russian OLPNL AcademicEdition Legalization GetGenuine

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

Аудитория	Оснащение
А-206а	Лабораторные установки для исследования гидродинамики и теплообмена в газодисперсных потоках и при сушке волокнистых материалов
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска