

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШХБМТ

М.Е. Трусова

«03» 07 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Основы интеграции и энергоэффективности химико-технологических процессов

Направление подготовки	18.04.01 Химическая технология		
Образовательная программа	Перспективные химические и биомедицинские технологии		
Специализация	Перспективные химические и биомедицинские технологии		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ИШХБМТ
------------------------------	---------------------	------------------------------	--------

Руководитель ООП	А.Н. Пестряков		
Преподаватель	Л.М. Ульянов		

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	ОПК(У)-4. В3	Владеет приемами анализа и методами оптимизации химико-технологических процессов
		ОПК (У)-4. У4	Умеет анализировать и оптимизировать энергопотребление в химико-технологических системах
		ОПК (У)-4. 34	Знает основы интеграции тепловых процессов

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Описывать основные понятия интеграции химико-технологических процессов и Пинч-технологии.	ДПК (У)-1
РД-2	Определять энергетические цели ХТС и применять принципы использования тепловых утилит.	ДПК (У)-1
РД-3	Применять методы построения систем теплообмена с максимальной рекуперацией тепла.	ДПК (У)-1
РД-4	Выполнять сбор и анализ экспериментальных данных и синтезировать оптимальные химико-технологические процессы.	ДПК (У)-1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основы интеграции процессов и Пинч-принципы	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	50
Раздел 2. Оптимизация теплообменных сетей	РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	52
Раздел 3. Повышение энергоэффективности ХТС	РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	50

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы интеграции процессов и Пинч-принципы

Рассматривается структура ХТС как объект проектирования и ее иерархия. Характеризуются все иерархические слои ХТС с особым упором на потенциал энергоэффективности. Даются определения и понятия интеграции процессов, как отдельной дисциплины, которая позволяет, применяя современные методики, создавать оптимальные ХТС, с точки зрения технико-экономического компромисса. Рассматриваются методики определения минимальных энергетических целей и использования различных тепловых утилит.

Темы лекций:

1. Основные понятия интеграции процессов
2. Энергетические цели и утилиты ХТС.

Темы практических занятий:

1. Иерархия ХТС.
2. Составные кривые технологических потоков.
3. Определение энергетических целей каскадным методом.
4. Декомпозиция ХТС.
5. Использование тепловых утилит.

Названия лабораторных работ:

1. Определение энергетических целей.
2. Расположение утилит.

Раздел 2. Оптимизация теплообменных сетей

В данном разделе содержится материал о концептуальном проектировании и оптимизации теплообменных сетей и их влиянию на функционирование и энергоэффективность ХТС. Рассмотрены принципы проектирования сетей с различными критериями оптимальности и элементы теории графов. Приводятся расчеты технических параметров как теплообменных сетей, так отдельных единиц оборудования. Стоимостная оценка теплообменных сетей дается на основе компромисса между капитальными и

операционными затратами.

Темы лекций:

1. Принципы построения оптимальных теплообменных сетей.

Темы практических занятий:

1. Сетевая поверхность теплообмена.
2. Определение числа секций для кожухотрубчатых теплообменников.
3. Количество теплообменных аппаратов.
4. Проектирование теплообменных сетей.
5. Оптимизация теплообменных сетей.
6. Реконструкция теплообменных сетей.

Названия лабораторных работ:

1. Теплообменные сети с максимальной рекуперацией.
2. Циклические структуры и утилитные цепочки в теплообменных сетях.

Раздел 3. Повышение энерго-эффективности ХТС

Раздел содержит информацию о повышении энерго-эффективности ХТС с помощью модификации процессов и применения тепловых машин. Рассматриваются задачи с наличием нескольких Пинчей и технологическим порогом, а также методы их решения. Приводятся принципы оптимального применения паровых и газовых турбин, холодильных циклов, тепловых насосов для создания энергосберегающих ХТС. Рассматриваются принципы минимизации выбросов с отходящими газами печей. В заключении даны основные правила сбора технологических данных при обследовании ХТС.

Темы лекций:

1. Модификация ХТС и изменение энергетических целей.

Темы практических занятий:

1. Пороговые задачи.
2. Интеграция турбин.
3. Интеграция тепловых насосов и холодильных циклов
4. Анализ печей.
5. Модификация технологических процессов.

Названия лабораторных работ:

1. Экстракция технологических данных.
2. Проектирование сетей при наличии утилитного Пинча.

Тематика курсовых работ:

Энергоэффективная модернизация установки гидрокрекинга нефтепродуктов

Разработка системы рекуперации тепловой энергии при пастеризации молока

Оптимизация системы теплообменных аппаратов при получении синтез-газа

Сокращение энергозатрат в процессе депропанализации природного газа

Оптимизация тепловых утилит в процессе получения азотной кислоты

Оптимизация энергопотребления при ректификации углеводородов

Утилизация низкопотенциального тепла при ректификации смеси пропилен-пропан

Интеграция процессов при подготовки сырой нефти

Интеграция двухступенчатого холодильного цикла

Разработка системы теплообмена для дистилляции каменноугольной смолы.

Интеграция холодильного цикла в тепловую схему предприятия по переработке

растительных жиров.

Повышение энергоэффективности установки обессолевания сырой нефти.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- перевод текстов с иностранных языков;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- подготовка к оценивающим мероприятиям;
- подготовка курсовой работы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Dimian A. C. Integrated Design and Simulation of Chemical Processes / A. C. Dimian, C. S. Bildea, A. A. Kiss. – Amsterdam: Elsevier, 2014. – 863 p. – (Computer Aided Chemical Engineering ; vol. 35). – Текст : электронный // ScienceDirect. – URL: <https://www.sciencedirect.com/bookseries/computer-aided-chemical-engineering/vol/35/suppl/C> (дата обращения: 07.06.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература

1. Gundersen T. A Process Integration PRIMER / T. A. Gundersen. – Trondheim : SINTEF Energy Research, 2002. – 90 p. – URL: https://iea-industry.org/app/uploads/a-process-integration-primer-iea-t-gundersen_2002.pdf (дата обращения: 07.06.2020).
2. March L. Introduction to Pinch Technology / L. March. – Northwich, 1998. – 90 p. – URL: <https://www.ou.edu/class/che-design/a-design/Introduction%20to%20Pinch%20Technology-LinhoffMarch.pdf> (дата обращения: 07.06.2020).
3. Marechal F. Complete Advanced Energetics Course Notes : Process integration techniques for improving the energy efficiency of industrial processes / F. Marechal. – Lausanne, 2010. – 157 p. – URL: <https://infoscience.epfl.ch/record/164335> (дата обращения: 07.06.2020).

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com>
2. База данных Scopus <http://www.scopus.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Google Chrome,
4. Document Foundation LibreOffice
5. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
6. HTRI Xchanger suite
7. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 116	Доска магнитно-меловая(100*200) - 1 шт.;Интерактивный комплект QOMOQWB300 - 1 шт.;Сабвуфер MICROLAB M200 - 1 шт.;Презентатор ScreenMedia V-101 - 1 шт.;Мобильная подставка Qomo - 1 шт.;Доска магнитно-маркерная,белая ,поворотная на стойке (передвижная) 100x150 см - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 35 посадочных мест;Шкаф для приборов - 1 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс): 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 109А	Комплект для сбора лабораторных установок - 1 шт.;Беспроводная точка доступа Cisco AIR-LAP1131AG-E-K9 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест;Тумба подкатная - 2 шт.; Компьютер - 18 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 211	Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для документов - 2 шт.;Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 «Химическая технология», профиль подготовки «Перспективные химические и биомедицинские технологии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Научный сотрудник ИШХБМТ		Болдырев С.

Программа одобрена на заседании Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий (протокол от 25 июня 2020 г. №8).

Координатор ОД ИШХБМТ,
д.х.н, профессор

 /Романенко С.В./
подпись