МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
_____ А.Н. Яковлев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Проектирование энерго- и ресурсосберегающих производств			
Направление подготовки/ специальность	**18.03.01 Химическая технология**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Химическая технология**		
Специализация	**Машины и аппараты химических производств**		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	**9,10**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**3**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**12**
	Практические занятия		**10**
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО		**22**
Самостоятельная работа, ч			**86**
ИТОГО, ч			**108**

Вид промежуточной аттестации	**экзамен**	Обеспечивающее подразделение	**НОЦ Н.М.Кижнера**

Заведующий кафедрой - руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры		Е.А. Краснокутская
Руководитель ООП		В.М. Беляев
Преподаватель		В.В. Ан

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	Р1	ПК(У)-1.В3	Владеет методами осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом и техническими средствами измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
			ПК(У)-1.У3	Умеет применять технические средства для измерения основных параметров технологического процесса
			ПК(У)-1.З3	Знает технические средства для измерения основных параметров технологического процесса
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Р4	ПК(У)-4.В3	Владеет техническими средствами и технологиями при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения
			ПК(У)-4.У3	Умеет принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов
			ПК(У)-4.З3	Знает технические средства и технологии при разработке технологических процессов

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	В результате освоения дисциплины студент должен **знать** методологию и принципы построения энерго- и ресурсоэффективных технологических систем в химической технологии, нефтехимии и нефтепереработке; методы оценки степени совершенства технологических систем; методы анализа ресурсоэффективности химико-технологических и нефтехимических процессов; основные методы, приемы и операции энерго- и ресурсосбережения.	ПК-1,4
РД-2	В результате освоения дисциплины студент должен **уметь** применять методы термодинамического анализа и оптимизации к процессам химической и нефтехимической технологии.	ПК-4
РД-3	В результате освоения дисциплины студент должен **владеть** методами разработки энерго -и ресурсосберегающих химических, массообменных и теплообменных процессов и аппаратов.	ПК-4

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Уравнения баланса потоков технологического процесса	РД-1	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**6**
Раздел 2. Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем	РД-1, РД-2,	Лекции	**4**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 3. Рекуперация тепла в энерготехнологических схемах	РД-2	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 4. Системный анализ основных способов энергосбережения и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	РД-2, РД-3	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**20**
Раздел 5. Энерготехнология многотоннажных производств	РД-2, РД-3	Лекции	**2**
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**20**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Уравнения баланса потоков технологического процесса

Критерии оценки хода процесса. Стехиометрические расчеты и стехиометрический баланс. Общее уравнение баланса массы. Практический материальный баланс. Формы представления материального баланса. Роль материального баланса в решении задач энерго- и ресурсосбережения на стадии проектирования и эксплуатации технологических систем.

Раздел 2. Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем

Термодинамические расчеты при проектировании технологического процесса.Расчет: энергетических эффектов, теоретически возможных температур процессов, максимальных степеней превращения и выхода продукта химической реакции, термодинамический выбор оптимальных условий проведения процесса.

Энтальпийный метод анализа ХТП и ХТС. Назначение анализа. Обобщенная информационная структура энергетического баланса. Методы рассчета и формы представления энергетического баланса. Преимущества и недостатки энергетического баланса. Энтальпийный баланс как

частный случай энергетического баланса.

Эксергетикий анализ ХТП и ХТС. Назначение анализа. Эксергетический баланс. Обобщенная информационная структура эксергетического баланса. Эксергия материальных и энергетических потоков. Классификация и взаимосвязь потерь эксергии. Расчет эксергетического к.п.д. Эксергетический анализ химических процессов, тепло- и массообменных процессов. Термодинамическая оптимизация тепло- и массообменных аппаратов на основе эксергетического метода. Основы термоэкономической оптимизации.

Раздел 3. Рекуперация тепла в энерготехнологических схемах

Оптимизация структуры теплообменных систем химических производств. Постановка задачи. Термодинамическая целевая функция и задача ее минимизации. Определение и расчет минимального количесива внешнего тепла или холода, термодинамическая целесообразность выдачи тепловых потоков внешним потребителям, максимальное значение эксергии этих потоков, минимальная суммарная поверхность теплообмена в системе. Алгоритм минимизации целевой функции.

Использование теплового насоса в поцессах химической технологии. Оценка качества вторичных энергоресурсов. Состояние и перспективы использования низкопотенциальной теплоты с помощью теплового насоса. Характеристики тепловых насосов. Оптимизация полного теплового насоса. Принципиальная схема двухцелевого теплового насоса..

Раздел 4. Системный анализ основных способов энергосбережения и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Основные понятия и определения. Иерархическая структура производства химической продукции. Научно-обоснованные мероприятия, способы, приемы и операции энерго- и ресурсосбережения.

Основные принципы создания энерго- и ресурсосберегающих производств. Технологические, аппаратурно-конструкционные, режимно - параметрические и организационно-технические приемы и операции. Смещение равновесия при обратимых реакциях, «замораживание системы», наилучшее использование движущей силы процесса (использование побочных разностей потенциала), уменьшение сопротивления химической реакции, уменьшение сопротивления массо- и теплопереносу, использование побочных продуктов и отходов, регенерация реагентов.

Рецикл. Классификация рециклических систем, основные виды рецикла. Уравнение материального баланса в процессе рециркуляции, проблемы при организации рецикла. Рациональное проведение процесса при высоких температурах, возможные схемы использования тепла реакций и схемы аппаратов, транспорт горячих материальных потоков. Секционирование аппаратов: теплообменные аппараты, массообменные аппараты, агрегат синтеза аммиака, реактор синтеза метанола. Вопросы организации работы технологической системы. Сравнительная оценка непрерывной и периодической схемы работы химико-технологической системы. Особенности организации периодического процесса, использование батареи аппаратов.

Энергосбережение в пароконденсатных системах. Вопросы энергосбережения и проблемы, возникающие при эксплуатации пароконденсатных систем. Выбор рабочих параметров технологического пара и параметров пара в источнике, эффективность работы редукционной станции. Влияние наличия воздуха в паре на эксплуатационные характеристики оборудования, эффективные способы удаления воздуха из паровых систем. Роль конденсатоотводчика в сбережении энергоресурсов в пароконденсатных системах, подбор и расчет конденсатоотводчиков. Эффективные системы возврата конденсата.

Раздел 5. Энерготехнология многотоннажных производств

Термодинамические основы энерготехнологии аммиака. Оценка эффективности промышленных схем производства аммиака, определение минимальных затрат сырья и энергии, расчет к.п.д. производства, оптимизация расходов технологических потоков.

Термодинамические основы энерготехнологии метанола Технологическая схема производства метанола. Оценка эффективности промышленных схем производства метанола, определение минимальных затрат сырья и энергии, расчет к.п.д. производства, оптимизация расходов технологических потоков. Реализация основных принципов энерго- и ресурсосбережения в энерготехнологии метанола: принципиальная схема рециркуляции, опыт эксплуатации катализатора синтеза метанола, схемы рекуперации теплоты, организация работы агрегата синтеза метанола без компрессии природного газа, принципиальные схемы ввода природного газа, компьютерная методика

анализа технологических параметров агрегата синтеза метанола.

Темы лабораторных работ (22 часа)
1. Анализ процесса теплообмена
2. Анализ процесса дистилляции
3. Сравнительный анализ технологических схем
4. Оценка степени совершенства процесса разложения воды

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Лейтес И.Л., Сосна М.Х., Семенов В.П. Теория и практика химической энерготехнологии.- М.: Химия, 1988.-280 с.
2. Сажин Б.С., Булеков А.П. Эксергетический метод в химической технологии. - М.:- Химия,1992.-208 с.
3. Основы проектирования химических производств и оборудования Учеб. пособие./ В.И. Косинцев и др. - Томск: Изд. ТПУ, 2011.-397 с.
4. С. Бретшнайдер и др. Общие основы химической технологии. Разработка и проектирование технологических процессов. Перевод с польского. - Л.: Химия, 1977.- 580 с.

Дополнительная литература (указывается по необходимости)

1. Бродянский В.М., Фратшер В.. Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. - М.: Энергоатомиздат, 1988.-201 с.
2. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности. - /Новосибирск.: Наука, 1990.-248 с.
3. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Эффективность использования энергии. - Новосибирск.: ВО Наука, Сиб. изд. фирма, 1994.-257 с.
4. Бескоровайный, В.В. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения: учебное пособие/ В.В. Бескоровайный, А.Г. Фомичев, В.В. Шелгунов. Изд.1–е. Тверь: ТГТУ, 2009. 96 с.

5. Меркер Э.Э., Карпенко Г.А., Тынников И.М. Энергосбережение в промышленности и эксергетический анализ технологических процессов: Учебное пособие.–2-е изд.,перераб. И доп.–Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2007.–316с

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Информационно-справочных система «Кодекс» - http://kodeks.lib.tpu.ru/
Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - https://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/
Электронно-библиотечная система «Лань» - https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система «Юрайт» - https://urait.ru/
Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - https://new.znanium.com/

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:
https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/ru-RU/Default.aspx/Microsoft%20Office (Microsoft Office).

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, аудитория 105	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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, аудитория 127	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; Компьютер - 16 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология / Машины и аппараты химических производств (приема 2016 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ Н.М.Кижнера		В.В. Ан

Программа одобрена на заседании выпускающего кафедры ОХХТ (протокол от «27» июня 2016г. № 11/16).

Заведующий кафедрой - руководитель
научно-образовательного центра на правах кафедры,
д.х.н., профессор /Краснокутская Е.А/

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М Кижнера (протокол)
2017/2018 учебный год	Изменены фонды оценочных средств дисциплин в соответствии с приказами ТПУ от 25.07.2018 г. № 58/од «Об утверждении и введении в действие «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» и от 25.07.2018 г. № 59/од «Об утверждении и введении в действие иной редакции «Положения о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ» Актуализировано содержание раздела 2 рабочей программы дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий.	№ 8/1 от 18.06.2018г.