

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

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии**

Направление подготовки/ специальность	<b>18.03.01 Химическая технология</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Химический инжиниринг</b>		
Специализация	Машины и аппараты химических производств		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	11	
	Практические занятия	22	
	Лабораторные занятия	11	
	ВСЕГО	44	
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ Н.М.Кижнера</b>
---------------------------------	----------------	---------------------------------	----------------------------

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

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
ПК(У)-7	Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	ПК(У)-7.В4	Владеет техническими средствами проверки состояния оборудования.
		ПК(У)-7.У4	Умеет готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта.
		ПК(У)-7.34	Знает технические средства проверки состояния оборудования.
ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	ПК(У)-8.В5	Владеет навыками создания, технологического сопровождения и участия в работах по монтажу, вводу в действие, техническому обслуживанию, диагностики, ремонту и эксплуатации оборудования промышленных производств
		ПК(У)-8.У5	Умеет пользоваться приборами для определения состояния оборудования, составов веществ и материалов
		ПК(У)-8.35	Знает: методы определения состояния оборудования, составов веществ и материалов получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических способов

## 2. Место дисциплины (модуля) 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(У)-7
РД-2	В результате освоения дисциплины студент должен уметь применять методы термодинамического анализа и оптимизации к процессам химической и нефтехимической технологии.	ПК(У)-7, ПК(У)-8
РД-3	В результате освоения дисциплины студент должен владеть методами разработки энерго-и ресурсосберегающих химических, массообменных и теплообменных процессов и аппаратов.	ПК(У)-7, ПК(У)-8

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.
<b>Раздел 1. Уравнения баланса потоков технологического процесса</b>	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
<b>Раздел 2. Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем</b>	РД-2, РД-3	Лекции	3
		Практические занятия	5
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	15
<b>Раздел 3. Рекуперация тепла в энерготехнологических схемах</b>	РД-2, РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	5
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	15
<b>Раздел 4. Системный анализ основных способов энергосбережения и ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</b>	РД-2, РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	5
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	12
<b>Раздел 5. Энерготехнология многотоннажных производств</b>	РД-2, РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	5
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Уравнения баланса потоков технологического процесса**

Энергетическая и экологическая составляющие в системе национальной безопасности России. Энергоемкость промышленности и темпы экономического роста страны. Роль термодинамического подхода, оптимизации материальных и тепловых потоков в решении задач энерго- и ресурсосбережения в проектируемых и существующих производствах. 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. Обобщенная информационная структура энергетического баланса. Методы расчета и

формы представления энергетического баланса. Эксергетический анализ ХТП и ХТС. Назначение анализа. Эксергетический баланс. Обобщенная информационная структура эксергетического баланса. Эксергия материальных и энергетических потоков. Классификация и взаимосвязь потерь эксергии.

### **Раздел 3. Рекуперация тепла в энерготехнологических схемах**

Оптимизация структуры теплообменных систем химических производств. Термодинамическая целевая функция и задача ее минимизации. Определение и расчет минимального количества внешнего тепла или холода, термодинамическая целесообразность выдачи тепловых потоков внешним потребителям, максимальное значение эксергии этих потоков, минимальная суммарная поверхность теплообмена в системе. Использование теплового насоса в процессах химической технологии. Оценка качества вторичных энергоресурсов. 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. Энергосбережение в пароконденсатных системах. Вопросы энергосбережения и проблемы, возникающие при эксплуатации пароконденсатных систем.

### **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.

#### **Названия лабораторных работ**

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. 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.
2. 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
3. Основы проектирования химических производств и оборудования : учебник [Электронный ресурс] / В. И. Косинцев [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра общей химической технологии (ОХТ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 5.0 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m221.pdf>.

#### **Дополнительная 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. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. - М.: Энергоатомиздат, 1988.-201 с.
4. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Потенциал и резервы энергосбережения в промышленности. - /Новосибирск.: Наука, 1990.-248 с.
5. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Эффективность использования энергии. - Новосибирск.: ВО Наука, Сиб. изд. фирма, 1994.-257 с.

### **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/>

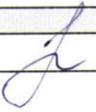
## **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

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 (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, д.43а, стр.1, учебный корпус №2, аудитория 127	Мультимедийный класс: Компьютер (1 шт.), проектор, экран
2.	Лаборатория обработки резанием г. Томск пр. Ленина 43а, уч. корп. 2, ауд. 003, 014	механическая пила для резки заготовок; заточной станок; станок токарно-винторезный; станок поперечно-строгальный; станок вертикально-фрезерный; станок горизонтально-фрезерный; станок вертикально-сверлильный. Ц/б насос, установка для статической балансировки вращающихся деталей. Полиспап, подшипниковый узел, муфтовый узел.
3.	Лаборатория подготовки материалов г. Томск, ул. Усова 4/а, 19 уч. корп., ауд. 136	Термостат; сушильный шкаф, сушилка вакуумная СПТ-200, печи термические лабораторные, микроскопы МБС-2 и Биолар, весы электронные ВК-600, весы аналитические А-31

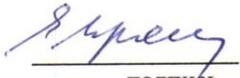
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология / «Химический инжиниринг» Машины и аппараты химических производств (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Ан В.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М Кижнера (протокол от «26»06 2019г. № 4.

Заведующий кафедрой - руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры, д.т.н, профессор

 /Краснокутская Е.А/  
подпись

### Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М Кижнера (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП»	№ 5/1 от 01.09.2020