

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.  
 «25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

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

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, КР	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М.Кижнера
Заведующий кафедрой - руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры Руководитель специализации Преподаватель			Краснокутская Е.А.
			Беляев В.М.
			Ан В.В.

## 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)-1	Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК(У)-1.В1	<b>Владеет</b> навыками расчета материальных и тепловых балансов химико-технологических систем; проектирования основной аппаратуры данного производства
		ПК(У)-1.У2	<b>Умеет</b> оценивать технологическую эффективность производства, рассчитывать основные характеристики химического процесса
		ПК(У)-1.З2	<b>Знает</b> методы оценки эффективности химико-технологического процесса и всего производства в целом, структуру, организацию и технологическое оформление основных химических производств
ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	ПК(У)-4.В3	<b>Владеет</b> техническими средствами и технологиями при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения
		ПК(У)-4.У3	<b>Умеет</b> принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов
		ПК(У)-4.З3	<b>Знает</b> технические средства и технологии при разработке технологических процессов

## 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	ПК(У)-1

	методы, приемы и операции энерго- и ресурсосбережения.	
РД-2	В результате освоения дисциплины студент должен уметь применять методы термодинамического анализа и оптимизации к процессам химической и нефтехимической технологии.	ПК(У)-4
РД-3	В результате освоения дисциплины студент должен владеть методами разработки энерго -и ресурсосберегающих химических, массообменных и теплообменных процессов и аппаратов.	ПК(У)-4

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. Материальные и энергетические ресурсы на осуществление химического производства</b>	РД-1	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	<b>6</b>
<b>Раздел 2. Методы анализа эффективности энергопотребления в химико-технологических системах</b>	РД-1, РД-2,	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>8</b>
<b>Раздел 3. Методика анализа эффективности использования энергии</b>	РД-2	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>8</b>
<b>Раздел 4. Эксергия. Эксергетическая функция</b>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>6</b>
<b>Раздел 5. Расчёт эксергии и её составляющих</b>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>6</b>
<b>Раздел 6. Анализ эффективности использования энергии при смешении потоков</b>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>6</b>
		Самостоятельная работа	<b>6</b>
<b>Раздел 7. Анализ процесса теплопередачи</b>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	<b>6</b>
<b>Раздел 8. Классификация потерь эксергии</b>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	<b>6</b>
<b>Раздел 9. Рекуперация тепла в</b>	РД-3	Лекции	<b>1</b>

сложных энерготехнологических схемах		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	6
Раздел 10. Технические средства утилизации тепла	РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	6

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Материальные и энергетические ресурсы на осуществление химического производства**

Определение потребного количества сырья. Производительность по продукту. Расчёт потребного количества энергоресурсов. Причины потерь материальных и энергетических ресурсов.

**Раздел 2. Методы анализа эффективности энергопотребления в химико-технологических системах**

Энергетический метод. Энтропийный метод. Эксергетический метод.

**Раздел 3. Методика анализа эффективности использования энергии**

Термодинамические функции, используемые в анализе.

**Раздел 4. Эксергия. Эксергетическая функция**

Некоторые положения эксергетического анализа. Окружающая среда.

**Раздел 5. Расчёт эксергии и её составляющих**

Изменение эксергии при физических и химических процессах. Термическая составляющая эксергии. Химическая эксергия.

**Раздел 6. Анализ эффективности использования энергии при смешении потоков**

**Раздел 7. Анализ процесса теплопередачи**

Энергетический анализ объекта. Диаграмма Сенкея. Диаграмма Гроссмана – Шаргута.

**Раздел 8. Классификация потерь эксергии**

Потери эксплуатационные. Аппаратные потери. Потери технологические. Собственные потери.

**Раздел 9. Рекуперация тепла в сложных энерготехнологических схемах**

Общие принципы рекуперации тепла. Метод Линхофа. Методы анализа технологических схем.

**Раздел 10. Технические средства утилизации тепла**

Теплоутилизаторы с применением тепловых труб. Термосифон. Тепловой насос (парокомпрессионного типа). Технологические требования к технологическому оборудованию.

**Названия лабораторных работ**

1. Анализ процесса теплообмена.
2. Анализ эффективности использования энергии при нагревании жидкости в аппарате с мешалкой.
3. Сравнительный анализ технологических схем.
4. Энергетический анализ эффективности перемещения насыщенного водяного пара по трубопроводу

**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. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C36678>
2. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампи, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов ; под редакцией Х. Э. Харлампи. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1479-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45973> (дата обращения: 21.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
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. Сажин Б.С., Булеков А.П. Эксергетический метод в химической технологии. - М.: Химия, 1992.-208 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C2946>
2. Бродянский, В. М. Вечный двигатель - прежде и теперь / В. М. Бродянский. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 259 с. — ISBN 5-9221-0202-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2225/book/48215> (дата обращения: 28.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Харлампи, Х. Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник / Х. Э. Харлампи. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1478-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/37357> (дата обращения: 28.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Степанов В.С., Степанова Т.Б. Эффективность использования энергии. - Новосибирск.: ВО Наука, Сиб. изд. фирма, 1994.-257 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C66707>

## 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**):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Document Foundation LibreOffice; Zoom Zoom; Cisco Webex; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; WinDjView; XnView Classic

## 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. Полиспаст, подшипниковый узел, муфтовый узел.
3.	Лаборатория подготовки материалов г. Томск, ул. Усова 4/а, 19 уч. корп., ауд. 136	Термостат; сушильный шкаф, сушилка вакуумная СПГ - 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 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Ан В.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М. Кижнера (протокол № 9 от 27.06.2018 г.).

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

  
подпись

Е.А. Краснокутская

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании научно-образовательного центра Н.М. Кижнера (протокол)
2018/2019 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».	от 03.09.2018 г. № 10
2019/2020 учебный год	Актуализировано содержание раздела 4 рабочей программы дисциплины с учетом развития науки, техники и технологий	от 26.06.2019 г. № 4
2020/2021 учебный год	Актуализирован раздел 3 рабочей программы	от 25.06.2020 г. № 4