

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 2020 г.

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

<b>Процессы и аппараты 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	3	семестр	<b>весенний</b>
Трудоемкость в кредитах (за- четных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) ра- бота, ч	Лекции	<b>32</b>	
	Практические занятия	<b>32</b>	
	Лабораторные занятия	<b>32</b>	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>96</b>	
Самостоятельная работа, ч			<b>120</b>
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выде- ленной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			<b>курсовой проект</b>
<b>ИТОГО, ч</b>			<b>216</b>

Вид промежуточной аттеста- ции	<b>Экзамен ДЗ, КП</b>	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М Кижнера
-----------------------------------	---------------------------	---------------------------------	-----------------

Заведующий кафедрой - руко- водитель научно- образовательного центра на правах кафедры. Руководитель специализации Преподаватель		Краснокутская Е.А.
		Беляев В.М.
		Фролова И.В.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	К(У)-4.В1	Владеет практическими навыками при разработке технологических процессов и выборе аппаратного оформления для их проведения с учетом экологических последствий их применения.
		ПК(У)-4.У1	Умеет принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения.
		ПК(У)-4.З1	Знает технические средства и технологии при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения.
ПК(У)-8	Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	ПК(У)-8.В1	Владеет методами выбора конструкции и технологических показателей химических аппаратов и опытом технического обслуживания и эксплуатации вновь вводимого оборудования
		ПК(У)-8.У1	Умеет выполнять расчет и выбирать химические аппараты по заданным технологическим параметрам
		ПК(У)-8.З1	Знает методики выбора и расчета технологического оборудования химических и нефтехимических производств
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	ПК(У)-9.В3	Владеет навыками анализа технической документации и методиками обоснования и подбора конструкции оборудования, применяемого для реализации технологических процессов
		ПК(У)-9.У3	Умеет рассчитывать и оптимизировать материальные и энергетические параметры основных видов технологического оборудования
		ПК(У)-9.З3	Знает основы расчета материального и энергетического балансов производства и отдельных его стадий с целью определения необходимого количества технологического оборудования

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	ПК(У)-4 ПК(У)-8
РД 2	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды	ПК(У)-4 ПК(У)-8 ПК(У)-9

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. Введение	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии	РД 1 РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Массообменные процессы и аппараты	РД 1 РД 2	Лекции	24
		Практические занятия	26
		Лабораторные занятия	32
		Самостоятельная работа	60
Раздел 4. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	РД 1 РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	32
		Самостоятельная работа	20

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Введение

Предмет и задачи курса процессов и аппаратов химической технологии. Общие сведения о процессах химической технологии. Знакомство с современным состоянием химической и других смежных с ней отраслями промышленности, их основными общими характеристиками и проблемами, а также возможными путями их решения. Место и роль процессов и аппаратов химической технологии в современном мире химической промышленности. Краткая характеристика предмета и задачи данной дисциплины и её роли в деле подготовки высококвалифицированных специалистов для отечественной промышленности в условиях многоуровневой системы высшего образования.

Основные принципы составления математических описаний, анализа и расчета типовых процессов и аппаратов. Основные задачи статики, кинетики и динамики химико-технологических процессов.

##### Темы лекций:

1. Введение. Теоретические основы описания процессов и аппаратов.

##### Темы практических занятий:

1. Физические величины и системы единиц измерений. Свойства жидкостей и газов.

##### Раздел 2. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов

Теоретические основы процессов химической технологии Основные теоретические и экспериментальные методы исследований типовых химико-технологических процессов и аппаратов. Место и роль теоретических и экспериментальных исследований в задачах химической технологии. Исследование механизмов процессов на микро- и макроуровнях. Моделирование химико-технологических процессов.

**Темы лекций:**

1. Законы сохранения массы, импульса и энергии. Законы термодинамического равновесия;
2. Законы переноса, массы, импульса и энергии.

**Темы практических занятий:**

1. Физические величины и системы единиц измерений. Свойства жидкостей и газов.

<b>Раздел 3. Массообменные процессы и аппараты</b>
--

Значение процессов массопереноса в химической технологии. Движущая сила процессов массопереноса, классификация и общая характеристика массообменных процессов с участием газовой, жидкой и твердой фаз (массообменные процессы со свободной и фиксированной границами раздела фаз): абсорбция (десорбция), адсорбция, дистилляция, экстракция, кристаллизация, сушка. Основные принципы аналогии между процессами тепло- и массопереноса. Статика и кинетика процессов массопереноса. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи. Уравнения молекулярной диффузии (1-ый и 2-ой законы Фика). Основные виды критериальных уравнений для расчёта скорости процессов массоотдачи. Массопередача. Уравнения массопередачи, определение средних движущих сил процессов массопередачи. Основы расчёта массообменных аппаратов. Основные типовые конструкции аппаратов колонного типа: массообменные аппараты с фиксированной и со свободной поверхностью контакта фаз, плёночные массообменные аппараты.

**Темы лекций:**

1. Классификация массообменных процессов. Статика. процессов. Межфазное равновесие.
2. Материальные балансы и линии рабочих концентраций фаз. Движущие силы.
3. Кинетика массообменных процессов: молекулярная и конвективная диффузии. Подобие массообменных процессов.
4. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная ступень изменения концентраций.
5. Массообменные аппараты. Основные типы и метода расчёта геометрических размеров.
6. Абсорбция. Физико-химические основы и методы технологического расчёта.
7. Перегонка и ректификация. Физико-химические основы и виды процессов. Основы технологического расчёта.
8. Основные методы технологического расчёта процессов ректификации.
9. Жидкостная экстракция, адсорбция, ионный обмен и кристаллизация.
10. Сушка в процессах химической технологии. Статика и кинетика процесса.
11. Диаграмма состояния влажного воздуха и её применение при расчёте сушилок.
12. Материальный и тепловой расчёт процесса сушки. Типовые конструкции сушилок.

**Темы практических занятий:**

1. Способы выражений концентраций. Расчёт и построение линий равновесия.
2. Расчёт процессов физической абсорбции.
3. Технологический расчёт абсорберов.
4. Расчёт процессов простой перегонки и ректификации.

5. Расчёт процессов непрерывной ректификации бинарных смесей.
6. Технологический расчёт ректификационных колонн.
7. Контрольная работа по расчёту процессов абсорбции и ректификации.
8. Параметры и диаграмма состояния влажного воздуха.
9. Расчёт процессов конвективной сушки влажных материалов

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Испытание выпарного аппарата;
2. Испытание выпарного аппарата с прямым электрическим нагревом.
3. Исследование гидродинамики насадочных колонных аппаратов
4. Испытание ректификационной колонны
5. Изучение кинетики процесса конвективной сушки влажных материалов

<b>Раздел 4. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности</b>
---

Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Проблемы масштабного перехода и интенсификации. Увеличение мощности единичных аппаратов. Новые процессы и аппараты. Развитие методов кибернетики применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем. Использование методов САПР в проектировании типовых химико-технологических аппаратов. Применение достижений нанотехнологии в области процессов и аппаратов химической технологии

#### **Темы лекций:**

1. Современные проблемы в области процессов и аппаратов химической технологии и пути их решения.

#### **Темы практических занятий:**

1. Расчёт основных теплофизических свойств.

#### **Тематика курсовых проектов**

1. Технологический расчёт аппаратов для разделения неоднородных систем осаждением;
2. Технологический проект фильтровальных установок
3. Технологический проект теплообменных аппаратов
4. Технологический проект выпарных установок;
5. Технологический проект абсорбционных установок;
6. Технологический проект ректификационных установок;
7. Технологический проект сушильных установок конвективного типа.

### **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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;

- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература:**

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111193> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111194> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. А. Баранов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4984-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130186> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература:**

1. Лукманова, А. Л. Процессы и аппараты химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / А. Л. Лукманова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 64 с. — ISBN 978-5-8114-4272-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133888> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Павлов, Константин Феофанович. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп.. — репринтное издание. — Москва: Альянс, 2013. — 576 с.: ил.. — Библиогр.: с. 502-509.. — ISBN 978-5-91872-031-8.
3. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : ТПУ, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-4387-0787-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106767> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **6.2. Информационное обеспечение**

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

1. Электронный курс «Массообменные процессы в химической технологии» <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1126>
2. Электронный курс «Гидромеханические и тепловые процессы в химической технологии» <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1874>

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

1. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
2. Visual C++ Redistributable Package;
3. PDF-XChange Viewer;
4. Mozilla Public License 2.0;
5. MathType 6.9 Lite; Far Manager; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause

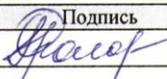
#### 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 (компьютерный класс): 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, д.43а, учебный корпус № 2, аудитория 127	Комплект оборудования для выполнения практических и лабораторных заданий по дисциплине: – Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; – Шкаф для документов - 2 шт.; – Тумба стационарная - 1 шт.; – Тумба подкатная - 1 шт.; – Стеллаж - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; – Компьютер - 16 шт.; – Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория), 634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43а, учебный корпус №2, аудитория 003	Комплект оборудования для выполнения практических и лабораторных заданий по дисциплине: – Лабораторный стенд «Гидравлические испытания» - 1 шт; – Центрифуга РС-6-1 шт; – Лабораторный стенд «Теплообменник» - 1 шт
3.	Аудитория для проведения учебных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория), 634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43а, учебный корпус №2, аудитория 105	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Машины и аппараты химических производств»; «Химическая технология керамических и композиционных материалов» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Фролова И.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