

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 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология		
Специализация	Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5, 6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	9 (6 / 3)		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		56 (32 / 24)
	Практические занятия		24 (16 / 8)
	Лабораторные занятия		64 (32 / 32)
	ВСЕГО		144 (80 / 64)
Самостоятельная работа, ч		180 (136 / 44)	
ИТОГО, ч		324 (216 / 108)	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен/
экзамен

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ Н.М. Кижнера
ИШНПТ

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ Н.М.
Кижнера на правах кафедры
Руководитель специализации
Преподаватель

Е.А. Краснокутская

Е.В. Михеева

И.В. Фролова

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 обучения	
			Код	Наименование
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.B2	Владеет методами определения оптимальных технологических режимов работы оборудования
			ПК(У)-4.У2	Умеет определять характер движения жидкостей и газов; характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры
			ПК(У)-4.32	Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; теории тепло- и массопередачи, типовые процессы, аппараты и методы их расчета
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Р6	ПК(У)-9.B3	Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности
			ПК(У)-9.У3	Умеет анализировать техническую документацию, выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
			ПК(У)-9.33	Знает физико-химические законы протекания процессов в аппаратах химических производств

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	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	ПК(У)-4
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)-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. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов	РД 1 РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	16

Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты	РД 1	Лекции	10
	РД 2	Практические занятия	4
	РД 4	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Разделение неоднородных систем	РД 1	Лекции	6
	РД 2	Практические занятия	4
	РД 4	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 4. Теплообменные процессы и аппараты	РД 1	Лекции	12
	РД 2	Практические занятия	4
	РД 4	Лабораторные занятия	20
		Самостоятельная работа	40
Раздел 5. Химические и биохимические реакторы	РД 1	Лекции	2
	РД 3	Практические занятия	0
	РД 4	Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	4
Раздел 6. Выпаривание	РД 1	Лекции	4
	РД 2	Практические занятия	2
	РД 4	Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	20
Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты	РД 1	Лекции	18
	РД 2	Практические занятия	6
	РД 3	Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

СЕМЕСТР 5

Раздел 1. Введение. Основные закономерности процессов химической технологии. Теоретические основы процессов химической технологии

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов биотехнологии. Законы переноса массы, энергии и импульса в сплошных средах. Моделирование химико-технологических процессов

Темы лекций:

1. Введение. Законы сохранения массы, импульса и энергии. Законы термодинамического равновесия;
2. Теоретические основы описания процессов и аппаратов. Основы моделирования.

Темы практических занятий:

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

Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты. Основы гидравлики

Основы гидравлики. Введение в гидравлику. Предмет и задачи гидравлики - науки о закономерностях поведения жидкостей. Основные понятия, термины и определения: системы координат: гидродинамические понятия точки, элементарного объема, элементарной поверхности, элементарной частицы. Классификация сил, действующих на жидкость.

Гидростатика. Основные задачи гидростатики. Абсолютный и относительный покой жидкости. Основные законы гидростатики. **Гидродинамика.** Понятия о скоростях движения: локальная и средняя скорости. Методы Лагранжа и Эйлера для описания кинематики жидких

сред. Основные характеристики движения жидкостей. Гидродинамические режимы течения жидкостей в условиях внутренней и внешней задач гидродинамики. Опыт и число Рейнольдса. Основные уравнения гидродинамики

Темы лекций:

1. Гидростатика. Основные законы. Прикладные задачи гидростатики;
2. Введение в гидродинамику. Основные характеристики движения жидкостей.
3. Основные законы гидродинамики.
4. Течение жидкостей в трубах круглого сечения
5. Гидравлические сопротивления и расчёт трубопроводов

Темы практических занятий:

1. Решение задач по основным прикладным вопросам гидростатики;
2. Решение задач по основным прикладным вопросам гидродинамики;
3. Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов;

Названия лабораторных работ:

1. Определение гидравлических сопротивлений трубопровода
2. Исследование гидравлики взвешенного слоя

Раздел 3. Разделение неоднородных систем

Классификация неоднородных систем и методов разделения. Классификация неоднородных систем и методов разделения. Разделение неоднородных систем фильтрованием. Перемешивание в жидких средах

Темы лекций:

1. Методы разделения неоднородных систем. Осаждение;
2. Разделение неоднородных систем фильтрованием
3. Перемешивание в жидких средах

Темы практических занятий:

1. Разделение неоднородных систем осаждением
2. Разделение неоднородных систем методом фильтрования

Названия лабораторных работ:

1. Исследование работы лабораторного фильтр-пресса и определение констант фильтрации

Раздел 4. Теплообменные процессы и аппараты
--

Тепловые процессы в химической технологии, их роль и значение в проведении химико-технологических процессов. Передача теплоты теплопроводностью. Конвективный теплоперенос. Теплоотдача. Теплообмен излучением. Теплопередача. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в аппаратах химической технологии. Теплообменные аппараты. Нестационарный теплообмен в химической технологии.

Темы лекций:

1. Тепловые балансы. Теплопроводность;
2. Конвективный теплообмен. Тепловое подобие. Основные уравнения теплоотдачи;
3. Движущие силы процесса и уравнение теплопередачи;
4. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Типовые теплообменные аппараты;
5. Методы проектного и технологического расчёта теплообменной аппаратуры;
6. Теоретические основы процессов выпаривания. Аппаратурное оформление процессов выпаривания.

Темы практических занятий:

1. Расчёт основных теплофизических свойств. Тепловые балансы;
2. Расчёт передачи теплоты теплопроводностью;
3. Расчёт конвективного теплообмена;
4. Расчёт процесса теплопередачи;
5. Материальный и тепловой баланс выпарных аппаратов

Названия лабораторных работ:

1. Изучение процесса теплопередачи в теплообменнике типа "труба в трубе";
2. «Кожухотрубный теплообменник».

СЕМЕСТР 6**Раздел 5. Химические и биохимические реакторы.**

Модели реакторов идеального вытеснения и идеального смешения. Конструкции Химических и биохимических реакторов

Темы лекций:

1. Модели реакторов идеального вытеснения и идеального смешения. Конструкции химических и биохимических реакторов

Раздел 6. Выпаривание

Выпаривание. Материальный и тепловой баланс выпарных аппаратов. Расчёт процесса теплопередачи в выпарных аппаратах. Тепловой расчёт выпарных установок.

Темы лекций:

1. Материальный и тепловой баланс выпарных аппаратов;
2. Расчёт процесса теплопередачи в выпарных аппаратах. Тепловой расчёт выпарных установок.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание выпарного аппарата;
2. Испытание выпарного аппарата электродного типа с прямым электронагревом

Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты

Статика процессов массопереноса. Кинетика процессов массопереноса. Массопередача. Основы расчета массообменных аппаратов. Абсорбция. Перегонка и ректификация. Жидкостная экстракция. Адсорбция. Ионный обмен. Кристаллизация. Сушка. Мембранные процессы разделения.

Темы лекций:

1. Классификация массообменных процессов. Статика процессов. Межфазное равновесие. Материальные балансы и линии рабочих концентраций фаз. Движущие силы.
2. Кинетика массообменных процессов: молекулярная и конвективная диффузии. Подобие массообменных процессов.
3. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная степень изменения концентраций.
4. Абсорбция. Физико-химические основы и методы технологического расчёта.
5. Массообменные аппараты. Основные типы и методы расчёта геометрических размеров.
6. Перегонка и ректификация. Физико-химические основы и виды процессов. Основы технологического расчёта. Основные методы технологического расчёта процессов ректификации.
7. Жидкостная экстракция.
8. Адсорбция, ионный обмен и кристаллизация.
9. Сушка в процессах химической технологии. Статика и кинетика процесса.

10. Диаграмма состояния влажного воздуха и её применение при расчёте сушилок.
11. 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. Расчёт процессов простой перегонки и ректификации.
4. Контрольная работа по расчёту процессов абсорбции и ректификации.
5. Параметры и диаграмма состояния влажного воздуха.
6. Расчёт процессов конвективной сушки влажных материалов

Названия лабораторных работ:

1. Испытание лабораторной ректификационной колонны
2. Изучение кинетики сушки

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.
4. Оборудование биотехнологических производств : учебное пособие для вузов / И. А. Евдокимов [и др.] ; под редакцией И. А. Евдокимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12433-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/447483> (дата обращения: 02.10.2020).

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>
3. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
6. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
7. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
8. 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; AkelPad; Amazon Corretto JRE 8; Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education; Autodesk Inventor Professional 2015 Education; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic

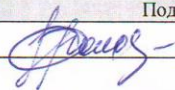
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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: 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.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 301	Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 003	Лабораторный стенд "Гидравлические испытания" - 1 шт.; Лабораторный стенд "Теплообменник" - 1 шт.; Центрифуга РС-6 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 105	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт
5.	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, 127	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.
6.	Аудитории - помещения для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 309	Комплект учебной мебели на 145 посадочных мест Компьютер - 3 шт.; Принтер - 1 шт.
7.	Аудитории - помещения для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 210/3	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Компьютер - 10 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера		Фролова И.В.

Программа одобрена на заседании кафедры ОХХТ (протокол от «22» 06 2017 г. №12/17).

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

 /Краснокутская Е.А/
подпись