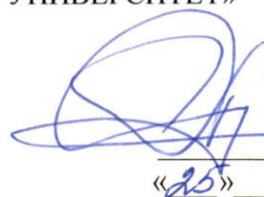


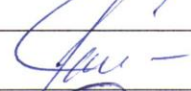
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
Яковлев А.Н.
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 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	Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов		
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
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		64
	ВСЕГО		144
Самостоятельная работа, ч			180
ИТОГО, ч			324
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ Н.М. Кижнера на правах кафедры		Краснокутская Е.А.
Руководитель специализации		Ревва И.Б.
Преподаватель		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	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	ПК(У)-4.В4	Владеет методами определения оптимальных технологических режимов работы оборудования
		ПК(У)-4.У4	Умеет определять характер движения жидкостей и газов; характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры
		ПК(У)-4.З4	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	ПК(У)-9.В3	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.З3	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	Владеть базовыми знаниями в области гидравлики, переноса тепла, массы и импульса, физико-химическими основами процессов, проходящих в аппаратах биотехнологических производств	ОПК(У)-2 ПК(У)-11
РД 2	Применять знания законов гидравлики, переноса тепла, массы, импульса, методов расчета для решения задач расчета и анализа аппаратов и проходящих в них процессов биотехнологических производств.	ОПК(У)-2 ПК(У)-11

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 РД 2 РД 4	Лекции	10
		Практические занятия	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. Подobie массообменных процессов.
3. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная ступень 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: 09.06.2019).- 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: 09.06.2019).- 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: 09.06.2019). — 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: 09.06.2019). — 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: 09.06.2019). — 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. Zoom Zoom;
2. 7-Zip;
3. Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player;
4. AkePad;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Document Foundation LibreOffice; Google Chrome;
7. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
8. Mozilla Firefox ESR;
9. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
10. WinDjView

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, 301	Комплект учебной мебели на 110 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, 105	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 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	Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; Лабораторный стенд "Гидравлические испытания" - 1 шт.; Центрифуга РС-6 - 1 шт.; Лабораторный стенд "Теплообменник" - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для

занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 211	документов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
---	---

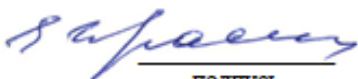
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология (приема 2017 г., очная форма обучения).

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
НОЦ Н.М. Кижнера (на правах кафедры),
д.х.н., профессор

 /Краснокутская Е.А/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М Кижнера (протокол)
2018/19 уч. 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».	Протокол № 10 от 03.09.2018 г.
2019/20 уч. год	Актуализировано учебно-методическое обеспечение дисциплины.	№ 4 от 26.06.2019 г.