

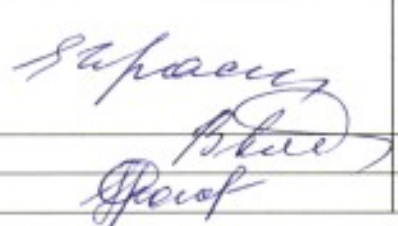
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Процессы и аппараты химической технологии			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	18.03.01 Химическая технология		
	Химическая технология		
	Машины и аппараты химических производств.		
	высшее образование - бакалавриат		
	3	семестр	5,6
	9(6/3)		
	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	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М. Кижнера
		Краснокутская Е.А.
		Беляев В.М.
		Фролова И.В.

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

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	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	Р 4	ПК(У)-4.В2	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)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	Р 6	ПК(У)-8.В1	Владеет методами расчета и анализа процессов в химических аппаратах, методами выбора химических аппаратов
			ПК(У)-8.У1	Умеет выбирать тип аппарата и выполнять расчет технологических параметров; определять оптимальные параметры процесса
			ПК(У)-8.31	Знает основы теории процесса в химическом аппарате, методику выбора и расчета процесса; реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Р 6	ПК(У)-9.В4	Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
			ПК(У)-9.У4	Умеет анализировать техническую документацию, выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса
			ПК(У)-9.34	Знает виды технической документации, каталогов технологического оборудования и заявок на приобретение и ремонт оборудования

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 химических производств	ПК(У)-4; ПК(У)-8; ПК(У)-9.
РД-2	Применять знания законов гидравлики, переноса тепла, массы, импульса для расчета и анализа аппаратов и проходящих в них химико-технологических процессов.	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. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов	РД 1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Гидромеханические процессы и аппараты	РД 1 РД 2	Лекции	10
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Разделение неоднородных систем	РД 1	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 4. Теплообменные процессы и аппараты	РД 1 РД 2	Лекции	12
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	20
		Самостоятельная работа	40
Раздел 5. Химические и биохимические реакторы	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	0
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	4
Раздел 6. Выпаривание	РД 1 РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	20
Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты	РД 1 РД 2	Лекции	18
		Практические занятия	6
		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 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>

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, 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.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий, 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.;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория), 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.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Машины и аппараты химических производств» (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./

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М Кижнера (про- токол)
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»	№ 8/1 от 18.06.2018г.
2019/2020 учебный год	Актуализировано содержание разделов рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» с учетом развития науки, техники и технологий, список использованных источников	№ 4 от 26.06.2019г
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