

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
Профиль: Технология неорганических веществ
Квалификация выпускника: Бакалавр
Форма обучения: Заочная
Институт: Институт нефти, химии и нанотехнологии
Факультет: Факультет химических технологий
Кафедра-разработчик: Кафедра «Процессов и аппаратов химической технологии»
Курс; семестр 2-3; 5, 6, 8, 9

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	12	0,33
Лабораторная работа	20	0,56
Практическое занятие	22	0,61
Контроль самостоятельной работы	12	0,33
Самостоятельная работа	348	9,67
Форма аттестации: Контрольная работа (6 сем, 8 сем), Экзамен (6 сем, 8 сем), Курсовой проект (9 сем)	18	0,5
Всего	432	12

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 922 от 07.08.2020) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология для профиля «Технология неорганических веществ» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

В.В. Бронская

Доцент

Д.В. Процекальников

Доцент

А.Р. Фазлыев

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Процессов и аппаратов химической технологии», протокол от 13.05.2021 г. № 8.

Заведующий кафедрой *Согласовано* А.В. Клинов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии и конструкциях аппаратов для их проведения,
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов,
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Технология неорганических веществ» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» обучающийся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Инженерная и компьютерная графика
3. Общая и неорганическая химия
4. Органическая химия
5. Прикладная механика
6. Физика

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Моделирование химико-технологических процессов

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

ОПК-4.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса

ОПК-4.2. Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

ОПК-4.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов

ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-6.1. Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли

ОПК-6.2. Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи

ОПК-6.3. Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.1. Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность

УК-2.2. Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении

профессиональных результатов

УК-2.3. Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

Знать виды ресурсов и ограничений для решения задач химической технологии, знать типовые процессы химической технологии и методы оптимизации работы аппаратов для их проведения, соответствующие аппараты и методы их расчета с учетом ГОСТов.

Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы, принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз

Знать принципы, основные этапы, прикладные аспекты, основы расчета, оптимизации и проектирования аппаратов химической промышленности с применением современного прикладного программного обеспечения с целью создания цифровых двойников предприятий

Уметь:

Уметь определять характер движения жидкостей и газов; определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи

Уметь проводить расчеты и проектировать аппараты химической промышленности с применением современных цифровых технологий с целью создания цифровых двойников предприятий

Уметь рассчитывать рациональные параметры, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения, соблюдать ГОСТы и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.

Владеть:

Владеть методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности
Владеть навыками разработки цели и задач проектного расчета, владеть методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования, владеть методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с ГОСТами.

Владеть навыками расчета, оптимизации и проектирования аппаратов химической промышленности с применением современных цифровых технологий

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№	Раздел дисциплины	Семе-	Виды учебной работы (в часах)	Оценочные
---	-------------------	-------	-------------------------------	-----------

п/п		стр	Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение. Теоретические основы курса	5	2				7	Контрольная работа
	Итого по семестру	5	2				7	
1.	Гидромеханические и теплообменные ПАХТ	6	4	6	10	4	138	Контрольная работа; Лабораторная работа; Практические занятия; Экзамен
	Итого по семестру	6	4	6	10	4	138	Контрольная работа, Экзамен
1.	Массообменные ПАХТ	8	6	6	10	4	145	Контрольная работа; Лабораторная работа; Практические занятия; Экзамен
	Итого по семестру	8	6	6	10	4	145	Контрольная работа, Экзамен
1.	Курсовой проект	9		10		4	58	Курсовой проект
	Итого по семестру	9		10		4	58	Курсовой проект

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Введение. Теоретические основы курса	2	Введение в курс ПАХТ. Уравнение переноса. Законы сохранения. Моделирование. Межфазный перенос субстанций	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
2.	Гидромеханические и теплообменные ПАХТ	2	Прикладная гидромеханика. Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов. Разделение неоднородных систем.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
3.		2	Теплообмен. Выпаривание. Промышленные способы передачи тепла.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
				УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
4.	Массообменные ПАХТ	6	Массообмен.Перегонка. Экстракция. Сушка. Мембранные процессы.Кристаллизация. Растворение	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
	ВСЕГО	12		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Гидромеханические и теплообменные ПАХТ	4	Гидромеханические ПАХТ	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
2.		2	Теплообменные ПАХТ	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
3.	Массообменные ПАХТ	6	Массообменные ПАХТ	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
4.	Курсовой проект	5	Технологический расчет, оптимизация, гидравлический расчет, конструктивный расчет, механический расчет	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
5.		5	Технологическая схема, чертеж общего вида	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
				УК-2.2 УК-2.3
	ВСЕГО	22		

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Гидромеханические и теплообменные ПАХТ	3	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
2.		3	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
3.		4	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
4.	Массообменные ПАХТ	5	Изучение процесса абсорбции	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
5.		5	Изучение процесса дистилляции	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
	ВСЕГО	20		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Введение теоретические основы курса	7	подготовка к контрольной работе, проработка теоретического материала	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
2.	Гидромеханические и теплообменные ПАХТ	138	подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе, подготовка к практическому занятию	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
3.	Массообменные ПАХТ	145	подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе, подготовка к практическому занятию	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
4.	Технологический расчет, оптимизация, гидравлический расчет, конструктивный расчет, механический расчет	28	выполнение курсового проекта	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
5.	Технологическая схема, чертеж общего вида	30	выполнение курсового проекта	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
	ВСЕГО	348		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Гидромеханические и теплообменные ПАХТ	4	прием лабораторной работы, проверка знаний на практическом занятии, проверка контрольной работы	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
2.	Массообменные ПАХТ	4	прием лабораторной работы, проверка знаний на практическом занятии,	ОПК-4.1 ОПК-4.2

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
			проверка контрольной работы	ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
3.	Технологический расчет, оптимизация, гидравлический расчет, конструктивный расчет, механический расчет	2	проверка курсового проекта	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
4.	Технологическая схема, чертеж общего вида	2	проверка курсового проекта	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
	ВСЕГО	12		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
6-й семестр			
Контрольная работа	1	12	20
Лабораторная работа	3	12	20
Практические занятия	3	12	20
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
8-й семестр			
Контрольная работа	1	12	20
Лабораторная работа	2	12	20
Практические занятия	2	12	20
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
9-й семестр			
Курсовой проект	1	60	100
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных

средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
Ю.И. Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии [Прочее] : М. : Химия, 2002	1932 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ю.И. Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] Учеб. для студ. хим.-технол. специал. вузов: М. : Химия, 2002	1924 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология": Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	276 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Н.И. Еникеева, В.А. Арсланов, К.А. Алексеев [и др.], Экспериментальное изучение процессов и аппаратов химической технологии [Электронный ресурс] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2019	http://ft.kstu.ru/ft/Abdulkashapova-Eksperiment_izuchenie_PAHT_UP.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
А. . Угинчус, Гидравлика и гидравлические машины [Учебник] учебник для студ. машиностроит. спец. вузов: М. : ООО "ТИД "Аз-бук", 2009	149 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Учебник] учеб. пособие: М. : Альянс, 2007	99 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Ю. . Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии : Ч.1 [Учебник] : М. : Химия, 1995	93 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.И. Разинов, Г.С. Дьяконов, Явления переноса [Учебник] Учеб. пособие: Казань : , 2002	382 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
, Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии ; Ф.А. Абдулкашапова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.] [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2005	1535 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Д.Я. Исламхузин, А.И. Разинов, Ш.А. Нуриев [и др.], Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии [Электронный ресурс] методические указания: Казань : Изд-во КНИТУ, 2019	http://ft.kstu.ru/ft/Bikbulatov-Kursovoe_proektirovanie_po_PAHT.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
, Гидравлика и гидравлические машины	https://kstu.bibliotech.ru/Reader/Book/-2017

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрено использование электронных источников информации:

ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Scopus Доступ свободный: www.scopus.com
2. Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com
3. Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/> .
4. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>
5. Профессиональные справочные системы Техэксперт - www.cntd.ru/
6. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard
Архиватор 7 Zip
Блокнот Notepad
Яндекс Браузер

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

САПР: КОМПАС-3D LT v12

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),
2. Лабораторные занятия
 - a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
 - b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
 - c. компьютерный класс.
3. Прочее
 - a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
 - b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» составляет 15 ч.

В процессе освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- разработка проекта (метод проектов);
- системы дистанционного обучения.