

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
«02» июня 2025 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 02.06.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Профиль:	Химическая технология органических веществ. Авторская программа "Технология химико-фармацевтических препаратов"
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Очная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Процессов и аппаратов химической технологии»
Курс; семестр	2-3; 4, 5, 6

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	36	1
Лабораторная работа	72	2
Практическое занятие	36	1
Контроль самостоятельной работы	54	1,5
Самостоятельная работа	171	4,75
Форма аттестации: Экзамен (4 сем, 5 сем), Курсовой проект (6 сем)	63	1,75
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 «Химическая технология органических веществ. Авторская программа "Технология химико-фармацевтических препаратов"» на основании учебных планов набора обучающихся 2025 года.

Разработчик программы:

Доцент	В.В. Бронская
Доцент	А.В. Малыгин
Доцент	А.О. Панков
Заведующий кафедрой	А.В. Клинов

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Процессов и аппаратов химической технологии», протокол от 05.05.2025 г. № 8.

Заведующий кафедрой *Согласовано* А.В. Клинов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Е.Е. Царева

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) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах,
- в) обучение и тренировка с использованием тренажерного комплекса Т-софт для повышения уровня профессиональной подготовки и отработка навыков работы с оборудованием;
- г) моделирование различных рабочих ситуаций и минимизации ошибок в реальных условиях эксплуатации;
- д) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов;
- е) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Химическая технология органических веществ. Авторская программа "Технология химико-фармацевтических препаратов"» 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. Информационные технологии
- 3. Общая и неорганическая химия
- 4. Прикладная механика
- 5. Физика
- 6. Физическая химия

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

- 1. Безопасность жизнедеятельности
- 2. Системы управления химико-технологическими процессами

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:

- виды ресурсов и ограничений для решения задач химической технологии;
- типовые процессы химической технологии и методы оптимизации работы аппаратов для их проведения, соответствующие аппараты и методы их расчета с учетом ГОСТов.
- 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;
- принципы работы современного тренажерного комплекса Т-софт, применяемое для процессов и аппаратов химической технологии;
- 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;
- технические характеристики и функциональные возможности современного программного обеспечения - тренажерного комплекса Т-софт для управления процессами и аппаратами химической технологии

Уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов;
- определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
- запускать, настраивать и управлять тренажерным комплексом Т-софт, чтобы оценивать технологическую эффективность процессов и аппаратов химической технологии;
- проводить расчеты и проектировать аппараты химической промышленности с применением современных цифровых технологий с целью создания цифровых двойников предприятий;
- анализировать результаты работы на тренажере Т-софт, применять полученные знания для решения задач процессов и аппаратов химической технологии.

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

Владеть:

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- навыками работы с интерфейсом тренажерного комплекса Т-софт для определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов
- 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.
- навыками расчета, оптимизации и проектирования аппаратов химической промышленности с применением современных цифровых технологий;
- владеть методами отработки и совершенствования профессиональных навыков применения цифровых технологий на тренажере Т-софт для решения задач процессов и аппаратов химической технологии

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Теоретические основы курса	4	6	10	20	12	32	Коллоквиум; Лабораторная работа; Экзамен
2.	Гидромеханические ПАХТ	4	12	8	16	6	22	Коллоквиум; Лабораторная работа; Расчетное задание; Экзамен
	Итого по семестру	4	18	18	36	18	54	Экзамен
1.	Теплообменные ПАХТ	5	5	6	4	4	13	Коллоквиум; Лабораторная работа; Расчетное задание; Экзамен
2.	Массообменные ПАХТ	5	13	12	14	14	68	
	Итого по семестру	5	18	18	18	18	81	Экзамен

№ п/п	Раздел дисциплины	Семе- стр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежу- точной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабора- торные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Курсовой проект	6			18	18	36	Курсовой проект; Лабораторная работа
	Итого по семестру	6			18	18	36	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.	Теоретические основы курса	1	Введение в курс "Процессы и аппараты химической технологии"	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.		1	Механизмы и уравнения переноса	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.		1	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
4.		2	Моделирование	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.		1	Законы сохранения	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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
6.	Гидромеханические ПАХТ	5	Гидромеханика	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
7.		3	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	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
8.		2	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
9.		2	Перемешивание в жидких средах	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
10.	Теплообменные ПАХТ	2	Теплообмен	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
11.		2	Промышленные способы передачи тепла	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
12.		1	Выпаривание	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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
13.	Массообменные ПАХТ	2	Массообмен	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
14.		2	Абсорбция	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
15.		3	Перегонка	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
16.		1	Экстракция	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
17.		2	Процессы массообмена с твердой фазой. Адсорбция	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
18.		1	Кристаллизация и 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
19.		1	Сушка	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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
20.		1	Мембранные процессы	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	36		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Теоретические основы курса	2	Семинар по теме "Механизмы и уравнения переноса"	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	Семинар "Законы сохранения "	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	Семинар по теме "Моделирование"	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.		2	Семинар по теме "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
5.	Гидромеханические ПАХТ	4	Семинар по теме "Гидромеханика"	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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
6.		2	Семинар по теме "Перемещение жидкостей и газов"	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
7.		2	Расчет потребного напора для перемещения жидкости по гидравлической сети и подбор нормализованного насоса	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
8.	Теплообменные ПАХТ	4	Семинар по теме "Теплообменные процессы и аппараты"	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
9.		2	Расчет теплообменника или выпарной установки	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
10.	Массообменные ПАХТ	2	Семинар по теме "Массообмен"	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
11.		2	Семинар "Абсорбция"	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
12.		2	Расчет абсорбера	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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
13.		4	Семинар "Перегонка"	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
14.		2	Расчет ректификационной колонны	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	36		

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Теоретические основы курса	4	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.		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	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.		8	Изучение структуры потоков в аппарате и ее влияние на процесс теплопередачи	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.		4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	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	Индикато ры достижен ия компетенц ии
1	2	3	4	6
				УК-2.2 УК-2.3
5.	Гидромеханические ПАХТ	4	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
6.		4	Определение потерь напора в запорных устройствах	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
7.		4	Определение потерь напора в прямой 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
8.		4	Испытание центробежного насоса	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
9.	Теплообменные ПАХТ	4	Изучение теплообмена в теплообменнике "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
10.	Массообменные ПАХТ	3	Изучение гидродинамики насадочной колонны	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
11.		3	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
				ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
12.		4	Изучение процесса ректификации	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
13.		4	Изучение процесса периодической адсорбции	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
14.	Курсовой проект	3	Технологический 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
15.		1	Гидравлический 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
16.		1	Конструктивный 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
17.		3	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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
18.		2	Знакомство с тренажерным комплексом Т-софт	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
19.		4	Изучение технологической схемы процесса ректификации с применением тренажерного комплекса Т-софт	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
20.		4	Чертеж общего вида	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	72		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Теоретические основы курса	32	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	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 ПАХТ	22	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	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.	Теплообменные ПАХТ	13	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
				УК-2.2 УК-2.3
4.	Массообменные ПАХТ	68	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	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.	Технологический расчет	8	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
6.	Гидравлический расчет	4	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
7.	Конструктивный расчет	2	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
8.	Механический расчет	6	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
9.	Чертеж общего вида	6	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
10.	Основы и принцип работы на тренажерном комплексе Т-софт	4	подготовка к лабораторной работе	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 УК-2.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
				УК-2.2 УК-2.3
11.	Разбор технологических ситуаций процесса ректификации на тренажере Т- софт	6	подготовка к лабораторной работе	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	171		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Теоретические основы курса	12	прием коллоквиума, прием лабораторной 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.	Гидромеханические ПАХТ	6	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	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.	Теплообменные ПАХТ	4	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	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	14	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	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.	Технологический 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

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
6.	Гидравлический 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
7.	Конструктивный 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
8.	Механический расчет	4	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
9.	Чертеж общего вида	3	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
10.	Основы и принцип работы на тренажерном комплексе Т-софт	3	прием лабораторной 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
11.	Разбор технологических ситуаций процесса ректификации на тренажере Т- софт	2	прием лабораторной 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
	ВСЕГО	54		

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
4-й семестр			
Лабораторная работа	8	15	25
Коллоквиум	6	18	30
Расчетное задание	1	3	5
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
5-й семестр			
Лабораторная работа	5	12	20
Коллоквиум	4	15	25
Расчетное задание	3	9	15
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
6-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
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»
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»
К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Учебник] учеб. пособие для вузов: М. : Альянс, 2006	481 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.Г. Касаткин, Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учебник для студ. химико-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2008	96 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский [и др.], Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] пособие по проектированию : учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2007	983 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
П.Г. Романков, К.Ф. Павлов, А.А. Носков, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Справочник] учебник для вузов: Л. : Химия, 1987	617 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.Г. Касаткин, Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Химия, 1971	1028 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский [и др.], Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] пособие по проектированию : учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2007	983 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ю. . Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии : Ч.1 [Учебник] : М. : Химия, 1995	93 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ю.И. Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии : Ч.2 [Учебник] : М. : Химия, 1995	94 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И.П. Анашкин, Ф.А. Абдулкашапова, А.И. Разинов, Проектирование оптимальной многокорпусной выпарной установки [Электронный ресурс] методические указания к курсовому проектированию: Казань : КНИТУ, 2009	http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Razinov_proektir-mnogokorp-ustanovki.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
, Проектирование оптимального насадочного абсорбера [Методическое пособие] метод. указания к курсов. проектированию: Казань : , 2014	10 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
, Проектный расчет оптимальной ректификационной колонны с колпачковыми, ситчатыми и клапанными тарелками для разделения бинарной смеси [Методическое пособие] метод. указ.: Казань : , 2008	10 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. . Тимонин, Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : Т.1 [Справочник] : Калуга : Изд-во Н.Бочкаревой, 2002	40 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. . Тимонин, Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : Т.2 [Справочник] : Калуга : Изд-во Н.Бочкаревой, 2002	40 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. . Тимонин, Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования : Т.3 [Справочник] : Калуга : Бочкарева Н., 2001	39 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.А. Лацинский, А.Р. Толчинский, Основы конструирования и расчета химической	1000 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.3. Электронные источники информации

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

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

ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>

ЭБС «Znanium»: Режим доступа: <https://znanium.ru/>

ЭБС IPR SMART: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

Электронный информационный ресурс «ИВИС» : <https://eivis.ru/>

УНИЦ <i>Согласовано</i>

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

Springer Nature: <https://link.springer.com/>

zbMath : <https://zbmath.org/>

Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ:
<http://www.kstu.ru/1leveltest.jsp?idparent=1818>

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 PTC Mathcad Education University Edition

Научное ПО Mathematica Professional Version Educational

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

САПР: КОМПАС-3D LT v12,

NanoCAD (бесплатная учебная лицензия для студентов на 1 год по ссылке <https://nanocad.kupit-sapr.ru/?yclid=11212064855825317887>)

DWSim (свободно распространяемое ПО)

ПО "КТК Т-Софт" в составе:

ПО "Модель технологического процесса",

ПО "Модель РСУ и СПАЗ",

ПО "АРМ Оператора",

ПО "АРМ Инструктора".

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),

2. Лабораторные занятия

- a. лаборатория гидравлики, оснащенная лабораторным установками:
 - Лабораторная установка для изучения режима течения в цилиндрической трубе круглого сечения
 - Лабораторная установка для измерения давления и вакуума в покоящейся жидкости
 - Лабораторная установка для экспериментального изучения уравнения Бернулли
 - Лабораторная установка для определения структуры потока в трубе
 - Лабораторная установка для определения структуры потока в аппарате с мешалкой
 - Лабораторная установка для измерения расхода воды с помощью диафрагмы
 - Лабораторная установка для определения потерь напора в прямой трубе круглого сечения
 - Лабораторная установка для определения потерь напора в запорных устройствах
 - Лабораторная установка для изучения скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок
 - Лабораторная установка для изучения гидравлики взвешенного слоя
 - Лабораторная установка для изучения гидродинамики зернистого слоя
 - Лабораторная установка для определения потерь давления в теплообменных аппаратах
 - Лабораторная установка по испытанию центробежного насоса
 - Лабораторная установка по изучению последовательной и параллельной работы центробежных насосов на сеть
- b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием:
 - Лабораторная установка «Изучение гидродинамики тарельчатых колонн»
 - Лабораторная установка для изучения гидродинамики насадочной колонны
 - Лабораторная установка «Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого
 - Лабораторная установка по изучению процесса теплопередачи и теплообменнике типа «труба в трубе»
 - Лабораторная установка «Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе» с накопительным водонагревателем вещества в аппарате с механическим перемешиванием»
 - Лабораторная установка «Изучение процесса ректификации»
 - Лабораторная установка «Изучение процесса дистилляции»
 - Лабораторная установка «Изучение процесса периодической адсорбции»
 - Лабораторная установка «Изучения процесса абсорбции»
 - Лабораторная установка «Изучение процесса конвективной сушки»
- c. компьютерный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет,
- d. Компьютерно-тренажерный комплекс ГФ-2.

3. Практические занятия

- a. компьютерный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет.

4. 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 20 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.