

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»

Специальность:	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация:	Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Институт химического и нефтяного машиностроения
Факультет:	Механический факультет
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Процессов и аппаратов химической технологии»
Курс; семестр	3-4; 5, 6, 7

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	36	1
Лабораторная работа	54	1,5
Практическое занятие	108	3
Контроль самостоятельной работы	90	2,5
Самостоятельная работа	189	5,25
Форма аттестации: Экзамен (5 сем, 6 сем), Курсовой проект (7 сем)	63	1,75
Всего	540	15

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 1343 от 28.10.2016) по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов для специализации «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

А.И. Разинов

---

## **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 машинах и аппаратах.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к базовой части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» обучающийся по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Инженерная и компьютерная графика
3. Информационные технологии
4. Материаловедение
5. Сопротивление материалов
6. Теоретическая механика
7. Термодинамика
8. Физика
9. Явления переноса

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

1. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
2. Компьютерное проектирование оборудования химических и нефтехимических производств
3. Машины и аппараты химических производств
4. Мембраны и мембранные технологии
5. Моделирование и оптимизация технологических комплексов
6. Преддипломная практика

7. Производственная практика (технологическая практика)
8. Разделение многокомпонентных смесей
9. Ремонт и монтаж технологического оборудования
10. Системы моделирования химико-технологических процессов

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

**ОК-5** способностью использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности в различных сферах

**ПК-15** способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

**ПСК-9.3** способностью выполнять работы по проектированию машин и автоматизированных технологических комплексов химического машиностроения

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### **Знать:**

Методы оптимизации с использованием экономических критериев эффективности

Принципы работы и конструкции машин и аппаратов

Способы проектирования машин и комплексов химического машиностроения

#### **Уметь:**

Анализировать влияние изменения конструктивных и технологических характеристик на работу оборудования

Выполнять проектные расчеты аппаратов химической промышленности

Формулировать критерии оптимальности на основе экономических показателей

#### **Владеть:**

Выполнением расчетов машин и комплексов

Проектированием машин и комплексов химического машиностроения

Решением задач выбора оптимальных решений при проектировании аппаратов химической промышленности

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц, 540 часов.

№ 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.	Гидромеханические процессы и аппараты химической технологии	5	10	16	6	18	36	Коллоквиум; Лабораторная работа; Расчетное задание
2.	Теплообменные	5	8	20	12	18	36	

№ 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
	процессы и аппараты химической технологии							
	<b>Итого по семестру</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>Экзамен</b>
1.	Массообменные процессы и аппараты химической технологии	6	18	36	36	36	63	Коллоквиум; Лабораторная работа; Расчетное задание
	<b>Итого по семестру</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>Экзамен</b>
1.	Курсовой проект	7		36		18	54	Курсовой проект
	<b>Итого по семестру</b>	<b>7</b>		<b>36</b>		<b>18</b>	<b>54</b>	<b>Курсовой проект</b>

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции	
1	2	3	4	5	
1.	Гидромеханические процессы и аппараты химической технологии	4	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	ПК-15	
2.		4	Разделение неоднородных систем	ПК-15	
3.		2	Перемешивание в жидких средах	ПК-15	
4.	Теплообменные процессы и аппараты химической технологии	4	Теплообмен	ОК-5 ПК-15	
5.		2	Промышленные способы передачи тепла	ОК-5 ПК-15	
6.		2	Выпаривание	ПК-15	
7.		Массообменные процессы и аппараты химической технологии	2	Массообмен	ПК-15
8.			2	Абсорбция	ПК-15
9.			4	Перегонка	ПК-15
10.	2		Экстракция	ПК-15	
11.	2		Адсорбция, экстрагирование и ионный обмен	ПК-15	
12.	2		Сушка	ПК-15	
13.	2		Кристаллизация и растворение	ПК-15	
14.	2	Мембранное разделение	ПК-15		
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>			

### 6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Гидромеханические процессы и аппараты химической технологии	4	Семинар по теме "Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов"	ПК-15
2.		2	Расчет насоса	ПК-15
3.		4	Семинар по теме "Разделение неоднородных систем"	ПК-15
4.		2	Расчет отстойника	ПК-15

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
5.		2	Семинар по теме "Перемешивание в жидких средах"	ПК-15
6.		2	Расчет мешалки	ПК-15
7.	Теплообменные процессы и аппараты химической технологии	4	Семинар по теме "Теплообмен"	ОК-5 ПК-15
8.		4	Семинар по теме "Промышленные способы передачи тепла"	ОК-5 ПК-15
9.		4	Расчет теплообменника	ОК-5 ПК-15
10.		4	Семинар по теме " Выпаривание"	ПК-15
11.		4	Расчет выпарной установки	ПК-15
12.		Массообменные процессы и аппараты химической технологии	4	Семинар по теме "Массообмен"
13.	2		Семинар по теме "Абсорбция"	ПК-15
14.	4		Расчет абсорбера	ПК-15
15.	4		Семинар по теме "Перегонка"	ПК-15
16.	4		Расчет ректификационной колонны	ПК-15
17.	4		Семинар по теме "Экстракция"	ПК-15
18.	4		Семинар по теме "Адсорбция"	ПК-15
19.	4		Семинар по теме "Сушка"	ПК-15
20.	2		Семинар по теме " Кристаллизация и растворение"	ПК-15
21.	2		Семинар по теме "Мембранное разделение"	ПК-15
22.	2		Расчет мембранного аппарата	ПК-15
23.	Курсовой проект	14	Технологический расчет аппарата	ОК-5 ПК-15 ПСК-9.3
24.		8	Конструктивный и механический расчет	ПК-15 ПСК-9.3
25.		14	Выполнение графической части проекта	ПСК-9.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>108</b>		

## 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Гидромеханические процессы и аппараты химической технологии	6	Испытание центробежного насоса	ПК-15
2.	Теплообменные процессы и аппараты химической технологии	6	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ПК-15
3.		6	Изучение процесса дистилляции	ПК-15
4.	Массообменные процессы и аппараты химической технологии	6	Изучение гидродинамики насадочной колонны	ПК-15
5.		6	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	ПК-15
6.		8	Изучение процесса ректификации	ПК-15
7.		8	Изучение процесса периодической адсорбции	ПК-15
8.		8	Изучение процесса конвективной сушки	ПК-15
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	14	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	ПК-15
2.	Разделение неоднородных систем	14	подготовка к коллоквиуму, подготовка расчетного задания	ПК-15
3.	Перемешивание в жидких средах	8	подготовка к коллоквиуму, подготовка расчетного задания	ПК-15
4.	Теплообмен	8	подготовка к коллоквиуму	ОК-5 ПК-15
5.	Промышленные способы передачи тепла	14	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	ОК-5 ПК-15
6.	Выпаривание	14	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	ПК-15
7.	Массообмен	6	подготовка к коллоквиуму	ПК-15
8.	Абсорбция	8	подготовка к коллоквиуму, подготовка расчетного задания	ПК-15
9.	Перегонка	11	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе, подготовка расчетного задания	ПК-15
10.	Экстракция	4	подготовка к коллоквиуму	ПК-15
11.	Адсорбция	10	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-15
12.	Сушка	10	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-15
13.	Кристаллизация и растворение	4	подготовка к коллоквиуму	ПК-15
14.	Мембранное разделение	10	подготовка к коллоквиуму, подготовка расчетного задания	ПК-15
15.	Курсовой проект	54	выполнение курсового проекта	ОК-5 ПК-15 ПСК-9.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>189</b>		

### 8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	8	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	ПК-15
2.	Разделение неоднородных систем	6	прием коллоквиума, проверка расчетного задания	ПК-15
3.	Перемешивание в жидких средах	4	прием коллоквиума, проверка расчетного задания	ПК-15
4.	Теплообмен	4	прием коллоквиума	ОК-5 ПК-15
5.	Промышленные способы передачи тепла	6	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	ОК-5 ПК-15
6.	Выпаривание	8	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	ПК-15
7.	Массообмен	2	прием коллоквиума	ПК-15
8.	Абсорбция	6	прием коллоквиума, проверка расчетного задания	ПК-15
9.	Перегонка	6	прием коллоквиума, прием лабораторной работы, проверка расчетного задания	ПК-15
10.	Экстракция	2	прием коллоквиума	ПК-15
11.	Адсорбция	6	прием коллоквиума, прием	ПК-15

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
			лабораторной работы	
12.	Сушка	6	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-15
13.	Кристаллизация и растворение	2	прием коллоквиума	ПК-15
14.	Мембранное разделение	6	прием коллоквиума, проверка расчетного задания	ПК-15
15.	Курсовой проект	18	проверка курсового проекта	ОК-5 ПК-15 ПСК-9.3
	<b>ВСЕГО</b>	90		

## 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
<b>5-й семестр</b>			
Коллоквиум	5	15	25
Расчетное задание	4	12	20
Лабораторная работа	3	9	15
Экзамен		24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>6-й семестр</b>			
Коллоквиум	7	15	25
Расчетное задание	3	9	15
Лабораторная работа	5	12	20
Экзамен		24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>7-й семестр</b>			
Курсовой проект	1	60	100
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 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, 860	276 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский	983 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

[и др.], Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] пособие по проектированию : учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2007	
А.Г. Касаткин, Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учебник для студ. химико-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2008, 750	96 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
, Экспериментальное изучение процессов и аппаратов химической технологии [Прочее] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2019	66 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Задачник] учеб. пособие для вузов: М. : Альянс, 2005, 575	471 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.А. Лацинский, А.Р. Толчинский, Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Справочник] справочник: М. : Арис, 2010	1000 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»
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	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bikbulatov-Kurovovoe_proektirovanie_po_PAHT.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bikbulatov-Kurovovoe_proektirovanie_po_PAHT.pdf</a> Доступ с IP адресов 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»

### 11.3. Электронные источники информации

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

Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ

<http://www.kstu.ru/1leveltest.jsp?idparent=1818>

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

#### 11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
2. Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://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. Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
6. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
7. Профессиональные справочные системы Техэксперт - [www.cntd.ru/](http://www.cntd.ru/)

#### 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, 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 48 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.