

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 «**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ  
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	2; 4

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	18	0,5
Лабораторная работа	36	1
Практическое занятие	36	1
Контроль самостоятельной работы	45	1,25
Самостоятельная работа	81	2,25
Форма аттестации: Экзамен (4 сем)	36	1
Всего	252	7

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 «Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах переноса и сохранения субстанций,
- б) обучение технологии решения инженерных задач,
- в) раскрытие сути процессов, происходящих в промышленных машинах и аппаратах.

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

Дисциплина «Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии» относится к вариативной 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 «Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии» обучающийся по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Физика
3. Химия

Дисциплина «Теоретические основы процессов и аппаратов 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. Основы проектирования
7. Основы проектной деятельности
8. Преддипломная практика
9. Производственная практика (технологическая практика)
10. Процессы и аппараты химической технологии
11. Разделение многокомпонентных смесей
12. Сверхкритические флюидные технологии
13. Специализированные программно-вычислительные комплексы
14. Химические реакторы

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

**ПК-11** способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующей специализации

**ПК-14** способностью применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### **Знать:**

теоретическое описание процессов химической технологии

уравнения межфазного переноса субстанций в интегральной и локальной формах

#### **Уметь:**

записать систему дифференциальных уравнений, описывающих перенос импульса для конкретного объекта

определять режимы движения газовых и жидких сред

#### **Владеть:**

методами моделирования (математического, физического)

навыками определения характеристик гидродинамической структуры потоков в аппаратах

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 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.	Явления переноса	4	8	16	12	18	32	Коллоквиум; Лабораторная работа; Экзамен
2.	Гидростатика	4	2	4	4	5	9	
3.	Гидродинамика	4	8	16	20	22	40	
	<b>Итого по семестру</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>81</b>	<b>Экзамен</b>

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Явления переноса	2	Уравнения переноса	ПК-11 ПК-14
2.		2	Законы сохранения	ПК-11 ПК-14
3.		2	Моделирование	ПК-11 ПК-14
4.		2	Межфазный перенос субстанций	ПК-11 ПК-14
5.	Гидростатика	2	Абсолютный и относительный покой	ПК-11

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
				ПК-14
6.	Гидродинамика	2	Характеристики движения сред.	ПК-11 ПК-14
7.		2	Течение в цилиндрической трубе	ПК-11 ПК-14
8.		2	Динамика двухфазных потоков	ПК-11 ПК-14
9.		2	Оптимизация движения в трубопроводах. Движение неньютоновских жидкостей	ПК-11 ПК-14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>		

### 6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	б
1.	Явления переноса	4	Семинар по теме "Уравнения переноса"	ПК-11 ПК-14
2.		4	Семинар по теме "Законы сохранения"	ПК-11 ПК-14
3.		4	Семинар по теме "Моделирование"	ПК-11 ПК-14
4.		4	Семинар по теме "Межфазный перенос веществ"	ПК-11 ПК-14
5.	Гидростатика	4	Семинар по теме "Абсолютный и относительный покой"	ПК-11 ПК-14
6.	Гидродинамика	4	Семинар по теме "Характеристики движения сред"	ПК-11 ПК-14
7.		4	Семинар по теме "Течение в цилиндрической трубе"	ПК-11 ПК-14
8.		4	Семинар по теме "Динамика двухфазных потоков"	ПК-11 ПК-14
9.		4	Семинар по теме " Оптимизация движения в трубопроводах. Движение неньютоновских жидкостей"	ПК-11 ПК-14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>		

### 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	б
1.	Явления переноса	2	Определение режимов течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	ПК-11 ПК-14
2.		6	Изучение структуры потоков в аппаратах	ПК-11 ПК-14
3.		4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого тела в аппарате с механическим перемешиванием	ПК-11 ПК-14
4.	Гидростатика	4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	ПК-11 ПК-14
5.	Гидродинамика	4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	ПК-11 ПК-14
6.		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	ПК-11 ПК-14

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
7.		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	ПК-11 ПК-14
8.		4	Определение потерь напора в запорных устройствах	ПК-11 ПК-14
9.		4	Изучение гидравлики зернистого слоя	ПК-11 ПК-14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Уравнения переноса	7	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
2.	Законы сохранения	5	подготовка к коллоквиуму	ПК-11 ПК-14
3.	Моделирование	11	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
4.	Межфазный перенос субстанций	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
5.	Абсолютный и относительный покой	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
6.	Характеристики движения сред	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
7.	Течение в цилиндрической трубе	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
8.	Динамика двухфазных потоков	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
9.	Оптимизация движения в трубопроводах. Движение неньютоновских жидкостей	13	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ПК-11 ПК-14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>81</b>		

### 8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Уравнения переноса	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
2.	Законы сохранения	3	прием коллоквиума	ПК-11 ПК-14
3.	Моделирование	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
4.	Межфазный перенос субстанций	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
5.	Абсолютный и относительный покой	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
6.	Характеристики движения сред	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
7.	Течение в цилиндрической трубе	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
8.	Динамика двухфазных потоков	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
9.	Оптимизация движения в трубопроводах. Движение неньютоновских жидкостей	7	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ПК-11 ПК-14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>45</b>		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Теоретические основы процессов и аппаратов 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>4-й семестр</b>			
Коллоквиум	9	18	30
Лабораторная работа	9	18	30
Экзамен	1	24	40
<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 «Теоретические основы процессов и аппаратов 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»
А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов, Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] Учебное пособие: Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75637.html">http://www.iprbookshop.ru/75637.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
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	471 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:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
А.Г. Касаткин, Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учебник для студ. химико-технол. спец. вузов: М. : Альянс,	96 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

2008	
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»
Е. Лайфут, Р. Берд, В. Стьюард, Явления переноса [Прочее] : М. : Химия, 1974	2 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Л. . Лойцянский, Механика жидкости и газа [Учебник] учебник для студ.вузов, обучающ.по спец."Механика": М. : Наука, 1987	3 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ <http://www.kstu.ru/leveltest.jsp?idparent=1818>

УНИЦ  
Согласовано

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

1. Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
3. 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>
4. Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
5. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
6. 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 «Теоретические основы процессов и аппаратов 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)

1. Лекционные занятия:
  - а. комплект электронных презентаций/слайдов,
  - б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),
2. Лабораторные занятия
  - а. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
  - б. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
  - с. 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 «Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии» составляет 36 ч.

В процессе освоения дисциплины «Теоретические основы процессов и аппаратов химической технологии» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- системы дистанционного обучения.