

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
Бурмистров А.В.

« 3. » 07. 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Процессы и аппараты химических технологий»

Направление подготовки

09.03.01 « Информатика и вычислительная техника»

(шифр) (наименование)

Профиль Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Институт, факультет Управления и автоматизации

Кафедра-разработчик рабочей программы ПАХТ

Курс, семестр 1 курс, 2,3 семестр

	Часы			Зачетные единицы
	2 семестр	3 семестр	Итого	
Лекции	4		4	0,11
Практические занятия			-	-
Лабораторные занятия		4	4	0,11
Контроль самостоятельной работы			-	-
Самостоятельная работа	5	91	96	2,67
Форма аттестации		Зачет, 4	4	0,11
Всего	9	99	108	3

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

( № 929 от 19.09.2017) по направлению 09.03.01

(номер, дата утверждения)

(шифр)

« Информатика и вычислительная техника»

(наименование направления)

на основании учебного плана набора обучающихся 2019 г.

Разработчик программы:

доцент

(должность)

(подпись)

Бронская В.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол от 3.07.19 № 7

Зав. кафедрой, профессор

(подпись)

А.В.Клинов

(Ф.И.О.)

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры АССОИ, реализующей подготовку основной образовательной программы от 3.07.2019 г. № 21

Зав.кафедрой, профессор

(подпись)

Гайнуллин Р.Н.

(Ф.И.О.)

### УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ, доцент

(подпись)

Л.А.Китаева

(Ф.И.О.)

## ***1. Цели освоения дисциплины***

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

## ***2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы***

Дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» относится к *обязательной части* ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» бакалавр по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) физика,*
- б) химия.*

Дисциплина «Процессы и аппараты химических производств» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) теоретические основы автоматизированного управления;*
- б) безопасность жизнедеятельности.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

## ***3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

### Компетенция

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

### Индикаторы достижения компетенции

ОПК-1.1 Знает основы высшей математики, физики, химии, основы вычислительной техники и программирования

ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с

применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен***

- 1) Знать: а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;  
б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;  
в) основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;  
г) типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.
- 2) Уметь: а) определять характер движения жидкостей и газов;  
б) определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;  
в) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного процесса химической технологии.
- 3) Владеть: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей аппаратов химической технологии;  
б) навыками проектирования простейших аппаратов химической технологии;  
в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

**4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий»** Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Теоретические основы курса	2,3	2	-	1		36	<i>Защита лабораторных работ</i>
2	Основные процессы и аппараты химической технологии	2,3	2	-	3		60	<i>Защита лабораторных работ Выполнение и защита контрольной работы</i>
<b>ИТОГО</b>			4		4		96	
Форма аттестации					Зачет, 4 часа			

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы курса		Основы теории переноса	Предмет и задачи дисциплины. Классификация основных процессов химической технологии. Стационарные и нестационарные процессы. Гипотеза сплошности среды. Классификация сил и напряжений, действующих в жидких средах. Режимы движения сред. Субстанции, потоки субстанций, механизмы переноса субстанций. Законы сохранения массы, энергии и импульса, их математическая запись в интегральной и локальной формах, частные случаи (уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье-Кирхгофа, Фурье, Фика)	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		1	Моделирование химико - технологических процессов	Физическое и математическое моделирование. Основы теории подобия химико-технологических процессов. Критерии и симплексы подобия. Критериальное	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

				уравнение гидродинамики	
2	Основные процессы и аппараты химической технологии	0,5	Теплообмен	Кондуктивный теплообмен. Уравнение теплопроводности плоской стенки. Конвективный теплообмен. Гидродинамический и тепловой пограничные слои в потоке вблизи поверхности. Подобие процессов теплоотдачи. Способы интенсификации теплообмена	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		0,5	Промышленные способы передачи тепла	Виды теплоносителей. Классификация и конструкции теплообменников. Расчет теплообменников	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		0,5	Массообмен.	Виды процессов массообмена. Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Основное уравнение массопередачи, коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Подобие процессов массоотдачи. Основы расчета массообменных аппаратов. Теоретическая тарелка, графический способ определения числа тарелок Общие сведения. Равновесие при абсорбции, закон Генри. Уравнения рабочих линий. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Конструкции абсорберов	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		0,5	Перегонка и ректификация	Равновесие в бинарных системах жидкость-пар. Уравнения рабочих линий для бинарной ректификации. Определение теоретического и действительного числа тарелок. Нахождение оптимального числа тарелок	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

### **6. Содержание практических занятий**

Проведение практических занятий по дисциплине «Процессы и аппараты химических технологий» учебным планом не предусмотрено.

### **7. Содержание лабораторных занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы курса	1	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2	Основные процессы	1	Экспериментальная	ОПК1.1

	химической технологии		демонстрация уравнения Бернулли	ОПК-1.2, ОПК-1.3
		1	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	ОПК-1.1 ОПК-1.2, ОПК-1.3
		1	Изучение процесса абсорбции	ОПК-1.1 ОПК-1.2, ОПК-1.3

### 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы курса	36	Изучение лекционного материала, подготовка к лабораторной работе, составление отчета	ОПК-1.1 ОПК-1.2, ОПК-1.3
2	Основные процессы и аппараты химической технологии	50	Изучение лекционного материала, подготовка к лабораторной работе, составление отчета	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
	Написание контрольной работы	10	Выполнение контрольной работы по индивидуальному заданию	ОПК-1.1 ОПК-1.2, ОПК-1.3

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» используется балльно-рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ». Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Защита лабораторных работ	4	36	60
Выполнение и защита контрольной работы	1	24	40
Итого:		60	100

При расчете текущего рейтинга  $R_{\text{тек}}$  за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3,8 или 4,5). Работа считается зачтённой, если изначальный балл  $\geq 3$ . В случае несвоевременной сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0,8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0,6. По завершении семестра определяются средние баллы, набранные студентом по всем видам работ. Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:

$$R^{\text{тек}} = 20 \left( \sum_{i=1}^n a_i B_i \right),$$

где  $B_i$  - средний за семестр балл студента по работам вида  $i$ ;  $a_i$  - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида  $i$ ;  $n$  – количество видов работ в семестре (лабораторные, расчетные, коллоквиумы).

По дисциплине предусмотрены лабораторные работы. Распределение весовых множителей по семестру следующее: 4-й -  $a_n = 1$ .

Рейтинг по дисциплине  $R^{\text{дис}}$  определяется баллами текущего  $R^{\text{тек}}$  рейтинга. Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{\text{дис}} < 60$  – незачет;

$60 \leq R^{\text{дис}}$  – зачет.

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной 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 химических технологий» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 14-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2008. – 750 с.	96 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Разинов, А.И. Гидромеханические и теплообменные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов - Казань: изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	416 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.]; под. ред. Ю.И. Дытнерского. – 3-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 496 с.	987 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашапова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1487 экз. в УНИЦ КНИТУ

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Проектный кинетический расчет насадочной колонны для непрерывной ректификации многокомпонентной смеси: метод. указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2007. – 24 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 115 экз. на каф. ПАХТ
3. Проектный расчет оптимальной ректификационной	10 экз. в УНИЦ КНИТУ,

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

колонны с колпачковыми, ситчатыми и клапанными тарелками для разделения бинарной смеси: метод. указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2008. – 20 с.	250 экз. на каф. ПАХТ
4. Проектирование оптимальной многокорпусной выпарной установки: метод. указания / сост. Ф.А. Абдулкашарова, А.И. Разинов, И.П. Анашкин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 20 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 53 экз. на каф. ПАХТ
5. Проектирование оптимального насадочного абсорбера: метод. указания / сост. А.И. Разинов, И.П. Анашкин, Л.Р. Миннибаева; Казан. нац. иссл. технол. ун-т. – Казань, 2014. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 50 экз. на каф. ПАХТ

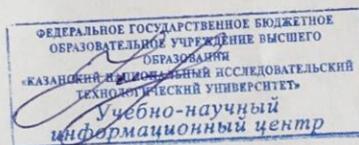
### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>

Согласовано:

УНИЦ КНИТУ



#### ***11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.***

1. Стандартная справочная база данных и информационные системы.  
NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
2. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>

#### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

1. Лекционные занятия:
  - a. комплект электронных презентаций/слайдов, электронный вариант лекций
  - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
2. Практические занятия
  - a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
  - b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
  - c. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
  - d. 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.

Лицензированные свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

- a. MS Office
- b. Mathcad Education-Universitu Edition
- c. Аскон Компас 3Dv14

#### ***13. Образовательные технологии***

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. При защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» составляют 4 часа.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии [4], необходимый тираж которого имеется в библиотеке, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к лабораторным работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов.

При использовании интерактивных форм обучения преподаватель перестаёт быть центральной фигурой, он лишь регулирует процесс и занимается его общей

организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, консультирует, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана.

Роль преподавателя заключается в следующем: во первых преподаватель способствует личному вкладу студентов и свободному обмену мнениями при подготовке к интерактивному обучению; во вторых - обеспечивает дружескую атмосферу для студентов и проявляет положительную и стимулирующую ответную реакцию; в третьих - облегчает подготовку к занятиям, но не должен сам придумывать аргументы при дискуссиях; в четвертых - провоцирует интерес, затрагивая значимые для студентов проблемы и обеспечивает широкое вовлечение в разговор как можно большего количества студентов; в пятых анализирует и оценивает проведенное занятие, подводит итоги, результаты (для этого надо сопоставить сформулированную в начале занятия цель с полученными результатами, сделать выводы, вынести решения, оценить результаты, выявить их положительные и отрицательные стороны); и в итоге подводит группу к конструктивным выводам, имеющим познавательное и практическое значение.