

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
А.В.Бурмистров



« 8. » 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.20. Процессы и аппараты химических технологий

Направление подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление»

(шифр)

(наименование)

Профиль подготовки «Логистические системы и технологии»

Квалификация выпускника

БАКАЛАВР

Форма обучения

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет

Институт управления инновациями, факультет социотехнических систем

Кафедра-разработчик рабочей программы

«Процессы и аппараты химической технологии»

Курс, семестр 2, 3

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9	0,25
Лабораторные занятия	9	0,25
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Казань, 2019 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» 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 ООП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» относится к *базовой* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» бакалавр по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) информатика,*
- б) физика,*
- в) общая химическая технология.*

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

- а) экология.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» .

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК -1 Готовность применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук.

ОПК-3 Способность представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-7 Способность к освоению новой техники, новых методов и новых технологий

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;
б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
в) 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 химико-технологического процесса.
- 3) Владеть: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
б) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий». Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам)
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Теоретические основы дисциплины	3	2	-	2	20	защита лабораторных работ
2	Гидромеханические процессы и аппараты химических производств	3	3	-	2	20	защита лабораторных работ
3	Теплообменные процессы и аппараты химических производств	3	2	-	3	25	защита лабораторных работ
4	Массобменные процессы и аппараты химических производств	3	2	-	2	25	защита лабораторных работ
Итого:			9		9	90	
Форма аттестации					Очно-заочная форма: Зачет		

5. Содержание лекционных занятий по темам.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы дисциплины	2			ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
		1	Механизмы и уравнения переноса	Иерархия характерных масштабов; способы усреднения; молекулярный, конвективный и турбулентный механизмы переноса; условия макроскопического проявления и направление процессов переноса; выражения для потоков массы, энергии и импульса за счет различных механизмов	
		1	Законы сохранения.	Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах, анализ полученных уравнений, частные случаи (уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье-Кирхгофа, нестационарные уравнения Фурье, Фика); исчерпывающее описание процессов переноса, условия однозначности; поля скорости, дав-	

				ления, температуры, концентраций; понятие о пограничных слоях; аналогия процессов переноса	
2	Гидромеханические процессы и аппараты химических производств	3			ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
		1	Основы гидромеханики	Гидростатика: абсолютный и относительный покой, поле давления и поверхности равного давления, основное уравнение гидростатики. Гидродинамика: характеристики движения сред (поток и его геометрические элементы, установившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение; идеальная и реальная жидкость, виды напора, гидравлическое сопротивление, потерянные напор и давление, коэффициенты гидравлического сопротивления и трения). Расчет гидравлического сопротивления аппаратов и оптимизация движения в них. Движение неньютоновских жидкостей	
		2	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.	Классификация насосов и их основные характеристики. Динамические насосы: центробежные, осевые, вихревые, струйные, газлифты; объемные насосы: поршневые, диафрагмовые, шестеренные, пластинчатые, винтовые, Монтежю. Сравнительный анализ работы насосов различных типов	
3	Теплообменные процессы и аппараты химических производств	2	Теплообмен	Основные определения тепловых процессов. Механизмы передачи тепла Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Теплообмен излучением. Теплоотдача. Уравнение теплоотдачи. Тепловое подобие. Промышленные способы передачи тепла. Движущая сила тепловых процессов. Основные положения теплового расчета теплообменников. Математическое моделирование теплообменников. Классификация теплообменных аппаратов.	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
4	Массообменные процессы и аппараты химических производств	2	Основы массопередачи	Основные виды массообменных процессов. Равновесие при массообмене. Материальный баланс массообменных процессов. Уравнения рабочих и равновесных линий. Скорость массопередачи. Механизмы массопереноса. Уравнение массоотдачи и массопередачи. Движущая сила массообменных процессов. Число и высота единиц переноса (ЧЕП). Теоретическая ступень изменения концентраций (теоретическая тарелка). Расчет массообменных аппаратов.	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической технологии.
2. Приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
3. Изучение устройств, принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
4. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы дисциплины	2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Ознакомление с методикой измерения давлений и вакуума приборами. Измерение двух-трех значений избыточного давления и вакуума на свободной поверхности и в точке Д, погруженной в жидкость на глубину Н. Перевод измеренных значений давления в единицы СИ. Определение расчетных значений избыточного давления в точке Д по основному уравнению гидростатики и сравнение их с измеренными значениями. Определение расчетных значений абсолютного давления в точке Д.	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
2	Гидромеханические процессы и аппараты химических производств	2	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе по длине непосредственно из опыта при различных скоростях движения воды. Определение потерь напора по длине расчетным путем. Сравнение полученных опытных значений с вычисленными.	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
3	Теплообменные процессы и аппараты химических производств	3	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».	Схема установки и конструкция теплообменника типа «труба в трубе», опытные и расчетные значения коэффициента теплопередачи при различных условиях проведения эксперимента, влияние различных факторов на коэф-	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7

				фициенты теплоотдачи и теплопередачи	
4	Массообменные процессы и аппараты химических производств	2	Изучение процесса абсорбции	Изучение абсорбции паров хлористого водорода из воздуха водой в насадочном абсорбере определяется движущая сила процесса, коэффициенты массоотдачи фаз, коэффициент массопередачи. Опытные результаты сравниваются результатами теоретических расчетов.	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7

Лабораторные работы проводятся в лаборатории гидромеханических процессов и в лаборатории тепло-массообменных процессов кафедры ПАХТ.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы дисциплины	10	<i>Изучение лекционных материалов, основной и вспомогательной литературы</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
2	Гидромеханические процессы и аппараты химических производств	10	<i>Изучение лекционных материалов, основной и вспомогательной литературы</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
3	Теплообменные процессы и аппараты химических производств	10	<i>Изучение лекционных материалов, основной и вспомогательной литературы</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
4	Массообменные процессы и аппараты химических производств	10	<i>Изучение лекционных материалов, основной и вспомогательной литературы</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
5	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	10	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
6	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	10	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
7	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».	15	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7
8	Изучение процесса абсорбции	15	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	ОПК-1 ОПК-3 ОПК-7

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

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

При расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ за семестр каждая работа студента оценивается по пятибальной шкале (возможны дробные оценки, например, 3,8 или 4,5). Работа считается зачтённой, если изначальный балл ≥ 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: $R^{тек} = 20 \cdot (\sum a_i \cdot B_i)$ 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.

Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

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

$60 \leq R^{дис} < 73$ – удовлетворительно;

$73 \leq R^{дис} < 87$ – хорошо;

$87 \leq R^{дис} \leq 100$ – отлично.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Защита лабораторных работ</i>	<i>4</i>	<i>60</i>	<i>100</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Разинов, А.И. Теоретические основы процессов химической технологии: учебное пособие / А.И.Разинов, О.В.Маминов, Г.С.Дьяконов. – Казань: Изд-во КГТУ, 2005. – 362с.	237 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. 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.	99экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие, Ф.А. Абдулкашاپова [и др.]; под ред. Г.С. Дьяконова. – Казань: изд-во КГТУ, 2005. – 236 с.	1487 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 12-е изд., стереотип., перераб. – М.: Альянс, 2006. – 750 с.	96 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Ченцова Л.И., Шайхутдинова, М.К., Ушанова, В.М. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие к самостоятельной работе студентов. Сибир.гос. технол. ун-т. Красноярск. 2006. 260 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Процессы и аппараты химической технологии. Метод. указания к лабор. практикуму. Ч.1. Лабора-	1 экз.

10.3 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» - <https://urait.ru/>
3. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:
УНИЦ КНИТУ



10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

База данных Научной Электронной Библиотеки, доступ по подписке,
<http://elibrary.ru>

11. 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, который прилагается к рабочей программе.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
2. Лабораторные работы
 - 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.
4. Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий»:
 - a. MS Office
 - b. Аскон Компас 3D v14

13. Образовательные технологии

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами, так как отпадает необходимость записывать лекционный материал. При проведении семинарских занятий организуются дискуссии между студентами, особенно, по наиболее сложным для понимания вопросам. Количество занятий, проводимых в интерактивных формах, в учебном процессе составляет 6 часов.

Интерактивные методы не заменяют лекционные занятия, но способствуют лучшему усвоению лекционного материала и формируют знания, отношения, навыки поведения.

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.

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