

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
Бурмистров А.В.
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.23. Процессы и аппараты химических технологий
Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
(шифр) (наименование)
Профили подготовки «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства», «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и переработки нефти, газа и продуктов нефтепереработки»
Квалификация выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт, факультет ИП – ФТПКЭ, ИНХН - ФННХ
Кафедра-разработчик рабочей программы
«Процессы и аппараты химической технологии»
Курс 3, семестр 5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0.5
Практические занятия	36	1
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации	Экзамен	1
Всего	216	6

Казань, 2017 г.

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

№ 226 от 12.03.2015

(номер, дата утверждения)

по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

(шифр)

(наименование)

для профилей - «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства» и «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и переработки нефти, газа и продуктов нефтепереработки» на основании учебного плана набора обучающихся 2015 - 2017 годов.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчики программы:

профессор

(должность)

(подпись)

Н.Х. Зиннатуллин

(Ф.И.О)

доцент

(должность)

(подпись)

Ф.А. Абдулкашاپова

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ,

протокол от 20.10.2017 №2

Зав. кафедрой

(подпись)

А.В. Клинов

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета нефти и нефтехимии

от 26.10 2017 г. № 3

Председатель комиссии, профессор

(подпись)

Башкирцева Н.Ю.

(Ф.И.О.)

Протокол заседания методической комиссии института полимеров

от 25.10 2017 г. № 2

Председатель комиссии, профессор

(подпись)

Ярошевская Х.М.

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета

от 20.11. 2017 г. № 8

Председатель комиссии, доцент

(подпись)

Гаврилов А.В.

(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент

(подпись)

Китаева Л.А.

(Ф.И.О.)

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 образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты химических технологий» относится к *базовой* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» набор специальных знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» бакалавр по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информатика,*
- в) физика,*
- г) химия.*

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

- а) термодинамика и теплопередача,*
- б) безопасность жизнедеятельности,*
- в) метрология, квалиметрия и стандартизация,*
- г) основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий», могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-25 способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

ПК-26 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов

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 химико-технологического процесса.

- 3) Владеть: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- б) навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- в) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары, практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
	Введение	5	1	0.5				
1	Теоретические основы курса	5	1-5	4.5	10	4	30	Выступление на коллоквиуме
2	Гидромеханические ПАХТ	5	6-9	4	6	9	20	Выступление на коллоквиуме, защита лабораторных работ
3	Теплообменные ПАХТ	5	10-13	4	8	10	20	Выступление на коллоквиуме, защита лабораторных работ
4	Массообменные ПАХТ	5	14-18	5	12	13	20	Выступление на коллоквиуме, защита лабораторных работ и расчетных заданий
	ИТОГО			18	36	36	90	Зачет, экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам.

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций, а также демонстрационного материала в виде слайдов для графо- и мультимедийного проекторов позволяет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 18 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
	Введение	0.5	Введение в курс ПАХТ	Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке бакалавров по направлению «Управление в технических системах». Классификация основных процессов химической технологии. Гипотеза сплошности среды; силы и напряжения, действующие в жидкости; режимы движения	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
1	Теоретические основы дисциплины	4.5			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		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	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Законы сохранения	Законы сохранения массы и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах (уравнения нестационарной конвективной диффузии, сплошности, Бернулли, Фурье–Кирхгофа, нестационарные уравнения Фурье, Фика). Анализ полученных уравнений. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Закон сохранения импульса	Математическая запись в интегральной и локальной формах, анализ полученных уравнений, частные случаи (уравнения Навье–Стокса, Эйлера). Исчерпывающее описание процессов переноса, условия однозначности; поля скоростей, давления, температуры, концентраций; понятие о пограничных слоях; аналогия процессов переноса	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Моделирование	Цели, основные понятия и этапы математического и физического моделирования, теория подобия, проблема масштабного перехода; структура потоков в аппаратах, ее основные характеристики и модели, моделирование структуры потоков с помощью перечисленных методов моделирования	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		0.5	Межфазный перенос субстанций	Уравнения массо-, тепло-, и импульсоотдачи в локальной и интегральной формах, подобие соответствующих процессов; определение коэффициентов массо-, тепло-, и импульсоотдачи; аналогия процессов массо-, тепло-, и импульсоотдачи; уравнения массо-, тепло- и импульсопередачи, определение соответствующих коэффициентов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
2	Гидромеханические ПАХТ	4			ОПК-2 ПК-25 ПК-26

		1	Основы динамики двухфазных систем	Система жидкость (газ) – твердое тело (течение жидкости через зернистые слои, скорости псевдооживления, витания, уноса; пневмо- и гидротранспорт). Элементы гидродинамики газ (пар) – жидкость, жидкость – жидкость (пленочное течение жидкости, барботаж, движение капель и пузырей в сплошной среде). Движение неньютоновских жидкостей	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	Классификация насосов. Основные параметры насосов (подача, напор, мощность, КПД). Динамические насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов (формула напора, рабочие характеристики, работа насоса на сеть). Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительная характеристика. Объемные насосы. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Производительность и закон подачи. Сравнительный анализ работы насосов различных типов. Классификация машин для сжатия и перемещения газов. Термодинамические основы процесса сжатия газа. Поршневые турбокомпрессоры. Сравнительный анализ и области применения компрессоров различных типов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Разделение неоднородных систем	Неоднородные системы и методы их разделения. Отстаивание, конструкции отстойников, схема их расчета. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны, их конструкции и расчет. Осадительные центрифуги, их конструкции и расчет. Фильтрование суспензий: конструкции фильтров, фильтрующих центрифуг. Уравнения фильтрования. Расчет аппаратов для фильтрования. Очистка газов фильтрованием. Мокрая очистка газов, конструкции скрубберов. Очистка газов в электрическом поле, конструкции и расчет электроосадителей. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Перемешивание в жидких средах	Суть, цели, эффективность и интенсивность перемешивания. Механическое перемешивание (классификация и конструкции мешалок, характер движения жидкости в аппаратах с мешалками, физическое моделирование аппаратов с мешалками, мощность мешалки, расчет мешалок). Пневматическое и гидравлическое перемешивание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
3	Теплообменные ПАХТ	4			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1.5	Теплообмен	Кондуктивный теплообмен в плоской и цилиндрической стенке, их термическое сопротивление. Конвективный теплообмен: гидродинамический и тепловой пограничные слои (ламинарный и турбулентный) на	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

				плоской пластине; теплообмен в трубах, участки гидродинамической и тепловой стабилизации, стабилизированный теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах течения; физическое моделирование конвективного теплообмена (теплообмен с телами сложной формы, влияние на теплообмен изменения теплофизических характеристик теплоносителя, теплообмен при изменении фазового состояния теплоносителя); теплообмен излучением; нестационарный теплообмен. Оптимизация и интенсификация теплообмена	
		1	Промышленные способы передачи тепла	Виды теплоносителей. Подвод и отвод теплоты. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1.5	Выпаривание	Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
4	Массообменные ПАХТ	5			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Массообмен	Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло- и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи. Модели пленочная, турбулентного диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, проникновения и обновления поверхности. Классификация и основы расчета массообменных аппаратов. Технологический расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз. Специфика расчета аппаратов со ступенчатым контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мерффри, аналитический и графический способы определения числа тарелок	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		0.5	Абсорбция	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схема процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расход абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		1	Перегонка	Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией. Непрерывная бинарная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие ли-	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

				нии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета. Периодическая ректификация	
		0.5	Экстракция	Способы жидкостной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Непрерывная противоточная экстракция. Классификация и конструкции экстракторов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		0.5	Сушка	Виды сушки. Равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы. Линия реальной сушки, кинетика процесса. Классификация и конструкция сушилок	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		0.5	Адсорбция и ионообмен	Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионообмен	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		0.5	Кристаллизация и растворение	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процессов кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
		0.5	Мембранные процессы	Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

6. Содержание практических занятий

В ходе практических занятий предусматривается проведение коллоквиумов, что обеспечивает в течение семестра систематическое изучение студентами лекционного материала и более глубокое его понимание, а также выполнение индивидуальных расчетных заданий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия/семинара	Краткое содержание	Компетенции
	Теоретические основы курса	10			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
1		2	Уравнения переноса веществ	Молекулярный, турбулентный и конвективный механизмы переноса веществ. Способы осреднения макроскопических величин. Условия равновесия и движущие силы процессов переноса.	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
2		3	Законы сохранения веществ	Формы законов сохранения веществ. Закон сохранения массы в локальной и интегральной формах. Закон сохранения энергии в локальной и интегральной формах. Закон сохранения импульса в локальной и интегральной формах. Частные случаи.	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
3		2	Исчерпывающее описание процессов переноса	Проблема использования исчерпывающего математического описания процессов переноса в инженерной практике. Условия однозначности.	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
4		2	Математическое и физическое моделирование	Цели, основные понятия и этапы математического и физического моделирования, тео-	ОПК-2 ПК-25

			рование	рия подобия.	ПК-26
5		1	Межфазный перенос веществ	Вывод уравнений массо-, тепло- и импульсоотдачи в локальной и интегральной формах, подобие соответствующих процессов; определение коэффициентов массо-, тепло- и импульсоотдачи, аналогия процессов массо-, тепло- и импульсоотдачи; уравнения массо-, тепло- и импульсопередачи, определение соответствующих коэффициентов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
	Гидромеханические ПАХТ	6			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
6		1	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	Классификация насосов. Основные параметры насосов (подача, напор, мощность, КПД). Динамические насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов (формула напора, рабочие характеристики, работа насоса на сеть). Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительная характеристика	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
7		1	Объемные насосы	Устройство и принцип действия поршневых насосов. Производительность и закон подачи. Сравнительный анализ работы насосов различных типов	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
8		2	Расчет центробежного насоса	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
9		2	Расчет механической мешалки	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
	Теплообменные ПАХТ	8			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
10		4	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
11		4	Расчет трехкорпусной выпарной установки	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
	Массообменные ПАХТ	12			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
12		4	Расчет высоты абсорбционной насадочной колонны	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
13		4	Расчет высоты ректификационной колонны с тарельчатыми устройствами	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
14		4	Решение задач по определению параметров влажного и отработанного воздуха и расчет барабанной сушилки	Индивидуальное расчетное задание	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

7. Содержание лабораторных занятий

Основными целями выполнения лабораторных работ являются: закрепление и углубление знаний теоретического материала, ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
	Теоретические основы курса	5			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
1		1	Определение режимов течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Визуальное наблюдение режимов движения с помощью подкрашенной жидкости, расчет расходов, скоростей и чисел Рейнольдса для каждого из режимов.	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
2		4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого тела в аппарате с механическим перемешиванием	Нахождение коэффициентов массоотдачи, их зависимости от интенсивности перемешивания и её обобщение в виде критериального уравнения	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
	Гидромеханические процессы	11			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
3		3	Испытание центробежного насоса	Изучение конструкции центробежного насоса и определение его параметров	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
4		4	Изучение гидродинамики насадочной колонны	Визуальное наблюдение гидродинамических режимов насадочной колонны, расчет скорости воздуха в точке инверсии фаз, опытное определение гидравлического сопротивления и сравнение его с расчетным	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
5		4	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	Визуальное наблюдение гидродинамических режимов колонны, опытное определение гидравлического сопротивления и сравнение его с расчетным, сопоставление результатов работы колонн с ситчатой и колпачковой тарелками	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
	Теплообменные процессы	8			ОПК-2 ПК-25 ПК-26

6		4	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	Нахождение коэффициентов теплопередачи, влияние различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
7		4	Изучение процесса дистилляции	Определение мощности, затрачиваемой на проведение процесса дистилляции, расходов и температур теплоносителей, потерь в окружающую среду	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
	Массообменные процессы	12			ОПК-2 ПК-25 ПК-26
8		4	Изучение процесса абсорбции	Экспериментальное исследование массообменных характеристик, определение коэффициентов массопередачи	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
9		4	Изучение процесса ректификации	Изучение процесса периодической ректификации, нахождение ЧЭП и ВЭП, математическое моделирование колонны на компьютере	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
10		4	Изучение процесса конвективной сушки	Построение кривой сушки, и определение скорости сушки, коэффициентов массоотдачи	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
1	Вводное занятие. Величины и размерности. Некоторые сведения из области математики	2	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
2	Уравнения переноса субстанций	2	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
3	Законы сохранения субстанций Исчерпывающее описание процессов переноса	2	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
4	Математическое и физическое моделирование	2	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
5	Межфазный перенос субстанций	2	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
6	Определение режимов течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	1	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
7	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого тела в аппарате с механическим перемешиванием	3	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
8	Перемещение жидкостей. Сжатие и перемещение газов	4	Расчет, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
9	Сравнительный анализ насосов и компрессоров	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25

				ПК-26
10	Разделение неоднородных систем	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
11	Особенности фильтрования	2	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
12	Гидромеханика двухфазных систем	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
13	Изучение гидродинамики насадочной колонны; Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	3	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
14	Перемешивание в жидких средах	2	Расчет, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
15	Промышленные способы передачи тепла	4	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
16	Тепловой баланс теплообменника. Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе». Расчет кожухотрубчатого теплообменника	4	Расчет, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
17	Коэффициенты теплоотдачи при теплообмене без изменения агрегатного состояния теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи при конденсации и испарении	3	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
18	Изучение процесса дистилляции	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
19	Расчет трехкорпусной выпарной установки	4	Расчет, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
20	Построение диаграмм фазового равновесия идеальной двухкомпонентной смеси	4	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
21	Расчет высоты абсорбционной колонны	3	Расчет, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
22	Изучение процесса абсорбции	3	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
23	Материальный баланс ректификационной колонны и построение рабочих линий для верхней и нижней частей колонны	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
24	Графический метод определения теоретического числа тарелок	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
25	Расчет высоты ректификационной колонны	4	Расчет, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
26	Изучение процесса сушки	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
27	Расчет барабанной сушилки	3	Расчет, оформление отчета. Решение задач, подготовка отчета	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
28	Изучение процесса экстракции	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

29	Изучение процесса кристаллизации	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26
30	Изучение мембранных процессов	3	Подготовка к коллоквиуму	ОПК-2 ПК-25 ПК-26

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе (БРС) оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3.8 или 4.5).

Работа считается зачтенной, 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:

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

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, семинары);

K – множитель равный 12.

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов.

Определение итогового рейтинга и оценки по дисциплине

При положительной сдаче экзамена студент может набрать $R^э$ от 24 до 40 баллов. При этом каждый вопрос экзамена также оценивается по пятибалльной шкале. Балл вопроса учитывается при расчете $R^э$, если он ≥ 3 .

$$R^э = 8 \left(\sum_{i=1}^B B_i^э \right) / B,$$

Где $B_i^э$ -балл за соответствующий экзаменационный вопрос, B – количество вопросов в билете.

Итоговый рейтинг по дисциплине $R^{дис}$ находится суммированием баллов текущего $R^{тек}$ и экзаменационного $R^э$ рейтингов. Перевод итогового рейтинга 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>Лабораторная работа</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Практические занятия</i>	<i>7</i>	<i>12</i>	<i>21</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>9</i>	<i>12</i>	<i>19</i>
<i>Экзамен</i>		<i>24</i>	<i>40</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.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. 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
2. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии /	100 экз. в УНИЦ КНИТУ

К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.	
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 12-е изд., стереотип., перераб. – М.: Альянс, 2006. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии 3-е изд. в 2-х кн. – М.:»Химия», 2002 – Ч.1. 400 с., Ч.2. 368 с.	82 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. 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.	235 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие, Ф.А. Абдулкашапова [и др.]; под ред. Г.С. Дьяконова. – Казань: изд-во КГТУ, 2005. – 236 с.	1555 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Ченцова Лилия Ивановна., Шайхутдинова Марьяна Калимулловна, Ушанова Валентина Михайловна. 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
5. Процессы и аппараты химической технологии. Метод. указания к лабор. практикуму. Ч.1. Лабораторные работы. Казань. 2005. 56 с.	1 экз.

10.3 Электронные источники информации

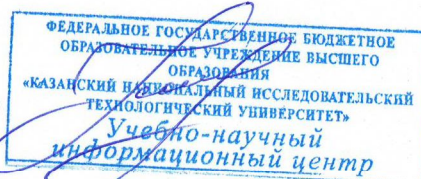
При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – [http:// ruslan.kstu.ru/](http://ruslan.kstu.ru/)
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www/biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Рукоонт» - <http://rucont.ru/>

4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:

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

2. Лабораторные занятия

- a. лаборатории гидравлики (Е-108 и Е-109), оснащенные необходимым оборудованием,
- b. лаборатория тепло-массообменных установок (Е-101), оснащенная необходимым оборудованием,
- c. компьютерный класс с 20-ю персональными компьютерами (Е-106), на которых установлено необходимое программное обеспечение

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

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. При проведении коллоквиумов и защите лабораторных работ и практических заданий организуются дискуссии между студентами. Объем аудиторных занятий по дисциплине с использованием интерактивных форм обучения составляет 6 часов.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине « Б1.Б.23. Процессы и аппараты химических технологий» *по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» для профиля «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства»*
 Пересмотрена на заседании кафедры «Процессы и аппараты химической технологии»

№ п/п	Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ОАиД
1.	№ 11 31.08.2018г.	нет	нет			