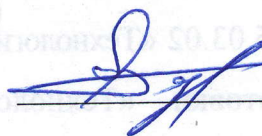


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

проректор по УР
А.В. Бурмистров



« 25 » 12 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.11 «Процессы и аппараты химической технологии»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»; Авторская программа: «Машины и аппараты промышленной экологии»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХТИ, ФЭТИБ

Кафедра–разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химической технологии»

Курс 2,3, семестры 4,5,6

	Часы			Зачетные единицы
	4 сем.	5 сем.	6 сем.	
Лекции	36	18		1,5
Лабораторные занятия	18	18		1
Практические занятия		18	18	1
СРС	54	54	18	3,5
Форма аттестации	36 экз.	36 экз.	Курсов. проект	7

Казань 2017 г.

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

№1170 от 20.10.2015

(номер, дата утверждения)

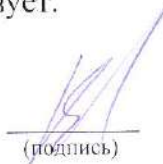
по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

по профилю подготовки – «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»; Авторская программа: «Машины и аппараты промышленной экологии», набор обучающихся на основании учебного плана 2015, 2016, 2017 г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

старший преподаватель каф. ПАХТ
(должность)


(подпись)

Кульментьева Е.И.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ
протокол от 20.10.2017 № 2

Зав. кафедрой ПАХТ


(подпись)

Клинов А.В.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ

от 24.10. 2017г. № 35

Председатель комиссии


(подпись)

Базотов В.Я.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета

от 21.12 2017 г. № 10

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Гаврилов А.В.
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

- 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 химической технологии» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *производственно-технологической и проектно-конструкторской* видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а)математика,*
- б)информационные технологии,*
- в) физика,*
- г)основы проектирования,*
- д)техническая механика,*
- ж)термодинамика,*
- з) инженерная графика,*
- е) механика жидкости и газа.*

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

- а) проектирование элементов оборудования,*
- б) ремонт и монтаж технологического оборудования,*
- в) оборудование защиты окружающей среды в химической промышленности,*
- г) оборудование химических заводов.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» могут быть использованы при прохождении практик *производственной, преддипломной* и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-5 – способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

ПК-14 – умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;*
- б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;*
- в) промышленные способы передачи тепла; 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 основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;*

б) 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 химической технологии». Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
	Введение	4	1	2				
1	Теоретические основы курса	4	2-7	12		6	32	Защита лабораторных работ. Представление и защита рефератов
2	Гидромеханические процессы	4	8-13	12		9	16	Защита лабораторных работ,
3	Теплообменные процессы	4	14-18	10		3	6	Защита лабораторных работ
	Всего в 4 семестре	4		36		18	54	Экзамен 1,2,3 раздел
4	Массообменные процессы	5	1-36	18	18	18	54	Защита лабораторных работ, расчетных заданий.
	Всего в 5 семестре	5		18	18	18	54	Экзамен 4 раздел
5	Курсовой проект в 6 семестре	6	1-18		18		18	Защита. Зачет
	ИТОГО	4,5,6		54	36	36	126	

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 54 часа. Общая трудоемкость составляет 1,5 зачетных единиц.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
4 семестр					
	Введение	2	Введение в курс ПАХТ	Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке бакалавров по направлению «Технологические машины и оборудование». Классификация основных процессов химической технологии. Гипотеза сплошности среды; силы и напряжения, действующие в жидкости; режимы движения	ПК-5 ПК-14
1	Теоретические основы курса	2	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	ПК-5 ПК-14
		4	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	ПК-5 ПК-14
		2	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	ПК-5 ПК-14
		2	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	ПК-5 ПК-14

		2	Межфазный перенос веществ	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	ПК-5 ПК-14
2	Гидромеханические ПАХТ	4	Основы динамики двухфазных систем	Система жидкость (газ) – твердое тело (течение жидкости через зернистые слои, скорости псевдоожижения, 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	ПК-5 ПК-14
		6	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. Фильтрация суспензий: конструкции фильтров, фильтрующих центрифуг. Уравнения фильтрации. Расчет аппаратов для фильтрации. Очистка газов фильтрацией. Мокрая очистка газов, конструкции скрубберов. Очистка газов в электрическом поле, конструкции и расчет электроосадителей. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем	ПК-5 ПК-14
		2	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	ПК-5 ПК-14
3	Теплообменные ПАХТ	6	Теплообмен	Кондуктивный теплообмен в плоской и цилиндрической стенке, их термическое сопротивление. Конвективный теплообмен: гидродинамический и тепловой пограничные слои (ламинарный и турбулентный) на плоской пластине; теплообмен в трубах, участки гидродинамической и тепловой стабилизации, стабилизированный теплообмен при ламинарном и	ПК-5 ПК-14

				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	
		2	Промышленные способы передачи тепла	Виды теплоносителей. Подвод и отвод теплоты. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника	ПК-5 ПК-14
		2	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	ПК-5 ПК-14
5 семестр					
4	Массообменные ПАХТ	2	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	ПК-5 ПК-14
		2	Упрощенные модели массоотдачи	плёночная, турбулентного диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, проникания 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	ПК-5 ПК-14
		2	Абсорбция	Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схема процесса абсорбции. Минимальный и оптимальный расход абсорбента. Десорбция. Устройство и принципы работы абсорберов	ПК-5 ПК-14
		2	Перегонка	Равновесие в двухкомпонентных парожидкостных системах. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с	ПК-5 ПК-14

				дефлегмацией. Непрерывная бинарная ректификация: схема установки, материальный баланс, рабочие линии, тепловой баланс, выбор флегмового числа, особенности расчета. Периодическая ректификация	
		2	Экстракция	Способы жидкостной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная и противоточная экстракция. Непрерывная противоточная экстракция. Классификация и конструкции экстракторов	ПК-5 ПК-14
		2	Сушка	Виды сушки. Равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы. Линия реальной сушки, кинетика процесса. Классификация и конструкция сушилок	ПК-5 ПК-14
		2	Адсорбция и ионообмен	Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионообмен	ПК-5 ПК-14
		4	Кристаллизация и растворение. Мембранные процессы	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процессов кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов. Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов	ПК-5 ПК-14

6. Содержание практических занятий

Основными целями проведения практических занятий являются: закрепление и углубление знаний теоретического материала, и приобретение навыков технологического расчета типовых аппаратов химической технологии. В ходе практических занятий предусматривается выполнение индивидуальных расчетных заданий. Практические занятия предусмотрены в 5 и 6 семестрах. Общая трудоемкость составляет 1,0 зачетных единиц, 36 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Компетенции
5 семестр					
1	Массообменные процессы	4	Расчет теплообменника	Расчет двух типовых вариантов кожухотрубчатых многоходовых теплообменников при разных режимах движения теплоносителей. Расчет коэффициентов теплоотдачи теплоносителей. Составление теплового баланса. Определение поверхности теплообмена. Схемы аппаратов.	ПК-5 ПК-14
2		6	Расчет многокорпусной выпарной установки	Составление материального и теплового балансов. Распределение давления по корпусам. Расчет коэффициентов	ПК-5 ПК-14

			теплопередачи. Распределение полезной разности температур по корпусам. Определение поверхности аппаратов. Схема установки. Принцип работы.	
3	4	Расчет насадочного абсорбера	Определение движущей силы. Расчет скорости. Составление материального баланса. Расчет коэффициента массопередачи. Определение размеров аппарата. Схема насадочного абсорбера	ПК-5 ПК-14
4	4	Расчет ректификационной колонны	Составление материальных балансов. Определение диаметра аппарата. Определение коэффициента массоотдачи в фазах. Определение высоты аппарата. Составление теплового баланса установки. Принципиальная схема аппарата.	ПК-5 ПК-14

По учебному плану в 6 семестре предусмотрено 18 часов практических занятий, которые отводятся на проведение расчетов при выполнении курсового проекта.

7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической технологии.
2. Приобретение и совершенствования 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	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Компетенции
4 семестр					
1	Теоретические основы курса	2	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Визуальное наблюдение течения жидкости в цилиндрической трубе круглого сечения; определение значения числа Рейнольдса, соответствующего наблюдаемым режимам течения.	ПК-5 ПК-14
2		4	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс	1. Экспериментальное исследование структуры потоков в трубе и аппарате с мешалкой. Получить кривые отклика для различных типов аппаратов и	ПК-5 ПК-14

			теплопередачи 1 часть	различных режимов течения. Найти функции распределения времени пребывания элементов потока из полученных кривых отклика. Определить параметры диффузионной и ячеечной моделей. Проанализировать достоинства и недостатки различных способов извлечения параметров модели из кривых отклика. Проверить адекватность моделей для каждого эксперимента и выбрать лучшую из них. Проанализировать влияние конструкции аппарата и режима движения на структуру потока.	
3	Гидромеханические процессы	3	Изучение гидравлики зернистого слоя	Проведение эксперимента по определению сопротивления взвешенного слоя. Изучение зависимости сопротивления слоя зернистого материала от скорости воздуха. Сравнение расчетных и экспериментальных значений критической скорости и сопротивления, а также порозности взвешенного слоя.	ПК-5 ПК-14
4		3	Изучение гидродинамики насадочной колонны	Визуальное наблюдение гидродинамических режимов работы насадочной колонны и их характерных особенностей, опытное определение и расчет гидравлических сопротивлений сухой и орошаемой насадок, расчет скорости воздуха в точке инверсии, расчет фактора гидродинамического состояния двухфазной системы, сопоставление его с опытным значением.	ПК-5 ПК-14
5		3	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн.	Визуальное наблюдение режимов работы ситчатой и колпачковой тарелок, экспериментальное определение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой тарелок, расчетное определение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой тарелок, сравнение экспериментальных и расчетных результатов.	ПК-5 ПК-14
6	Теплообменные процессы	3	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	Экспериментальное нахождение значений коэффициентов теплопередачи при различных условиях проведения эксперимента. Сравнение опытных и расчетных величин. Анализ влияния различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.	ПК-5 ПК-14
5 семестр					
7	Массообменные процессы	4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим	Экспериментальное определение коэффициентов массоотдачи и обобщение их зависимости от интенсивности перемешивания в виде критериального уравнения	ПК-5 ПК-14

			перемешиванием		
8		4	Изучение процесса дистилляции	Экспериментальное исследование работы аквадистиллятора по определению мощности, затрачиваемой на проведение процесса дистилляции, расходов, температур теплоносителей. Определение экспериментальных и расчетных потерь тепла в окружающую среду и энергетических КПД.	ПК-5 ПК-14
9		3	Изучение процесса абсорбции	Ознакомление с работой насадочного абсорбера. Экспериментальное исследование его массообменных характеристик, определение коэффициента массопередачи (расчетного и экспериментального). Анализ влияния расходов газа и жидкости на величину экспериментального коэффициента массопередачи.	ПК-5 ПК-14
10		3	Изучение процесса сушки	Построение кривой сушки. Определение скорости сушки и построение кривой скорости сушки, сопоставление расчетного и опытного значений коэффициента массотдачи	ПК-5 ПК-14
11		4	Изучение процесса ректификации	Знакомство с устройством и работой лабораторной установки периодической ректификации, определение числа теоретических ступеней изменения концентрации, нахождение опытных и расчетных значений ЧЕП и ВЕП лабораторной пленочной ректификационной колонны.	ПК-5 ПК-14

**Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры.*

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	№ Раз-дела дисциплины	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
4 семестр					
1	1	Теоретические основы курса. Реферат: «Механизмы и уравнения переноса», «Законы сохранения»	10	Написание реферата	ПК-5
2	1	Теоретические основы курса. Реферат: «Моделирование химико-технологических процессов», «Межфазный перенос субстанций»	10	Написание реферата	ПК-5
3	1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	6	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение расчетов	ПК-5 ПК-14
4	1	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи 1 часть	6	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение расчетов	ПК-5 ПК-14
5	2	Изучение гидравлики зернистого слоя	4	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5 ПК-14
6	2	Изучение гидродинамики насадочной колонны;	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5 ПК-14
7	2	Изучение гидродинамики тарельчатых колонн	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5

				занятию, выполнение расчета	ПК-14
8	3	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчетов	ПК-5 ПК-14
5 семестр					
9	4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5 ПК-14
10	3	Расчет кожухотрубчатого теплообменника	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-5 ПК-14
11	3	Расчет выпарной установки	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-5 ПК-14
12	4	Изучение процесса дистилляции	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5 ПК-14
13	4	Изучение процесса абсорбции	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5 ПК-14
14	4	Расчет насадочного абсорбера	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-5 ПК-14
15	4	Изучение процесса сушки	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-5 ПК-14
16	4	Изучение процесса ректификации	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ПК-5 ПК-14
17	4	Расчет непрерывной ректификационной установки	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ПК-5 ПК-14
6 семестр					
18	5	Курсовое проектирование	18	Выполнение технологического, конструкционного, механического, гидравлического расчетов аппарата, графической части. Оптимизация процесса	ПК-5 ПК-14

В 6 семестре, согласно с учебным планом, 18 часов практических занятий и 18 часов СРС.

Курсовой проект

№	Задания и темы	Время на подготовку в рамках практических занятий, час	Время на подготовку в рамках самостоятельной работы	Неделя семестра	Форма СРС	Форма контроля	Формируемые компетенции
1	Знакомство с литературой	2	2	1	Подготовка и оформление раздела «Введение»	Отчет о выполнении	ПК-5 ПК-14
2	Разработка технологической схемы установки	2	2	2	Разработка и оформление	Отчет о выполнении задания	
3	Технологический расчет аппарата	2	2	3-6	Выполнение расчета, оформление	Отчет о выполнении расчета	
4	Гидравлический, конструктивный, механический расчеты	2	2	7-8	Выполнение расчета, оформление	Отчет о выполнении расчета	
5	Выбор оптимального варианта аппарата	2	2	9-10	Оптимизация конструктивных	Отчет о выполнении задания	

					параметров аппарата с использованием программного обеспечения		
6	Оформление расчетно-пояснительной записки проекта	2	4	11-14	Выполнение и оформление в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.106-96	Отчет о выполнении задания	
7	Оформление графической части проекта	2	4	15-17	Оформление чертежей в соответствии с ЕСКД ГОСТ 1.102-68	Отчет о выполнении графической части проекта в соответствии с ЕСКД ГОСТ 1.102-68	
8	Защита проекта	4		18	Курсовой проект: расчетно-пояснительная записка; графическая часть проекта	Зачет	
9	Всего:	18	18				

Перечень тем курсовых проектов

Название тем курсового проекта
1. Расчет и проектирование кожухотрубчатого теплообменника
2. Расчет и проектирование насадочного абсорбера
3. Расчет и проектирование тарельчатой ректификационной колонны

Курсовой проект «Процессы и аппараты химической технологии» 6 семестр.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетная единица, 36 часов.

Кабинет курсового проектирования оснащен современными компьютерами и лицензионными программными продуктами, позволяющими выполнять графическую часть курсового проекта. На кафедре разработаны программы и методические указания, позволяющие произвести оптимизацию процесса химической технологии и выбрать, по минимальным экономическим затратам, оптимальный вариант аппарата. Все необходимые программы и методические указания к ним находятся в кабинете курсового проектирования.

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» 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 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: $R^{тек} = K \cdot \left(\sum_{i=1}^n a_i B_i \right)$,

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, рефераты, задания и темы, выносимые, на самостоятельную работу по курсовому проектированию;

K – множитель равный 12.

Таким образом, для допуска к экзамену и к защите курсового проекта текущий рейтинг студента за семестр 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^3 -балл за соответствующий экзаменационный вопрос, v – количество вопросов в билете.

Итоговый рейтинг по дисциплине R^{disc} находится суммированием баллов текущего $R^{тек}$ и экзаменационного $R^э$ рейтингов, для курсового проекта итоговый рейтинг по дисциплине R^{disc} находится суммированием баллов текущего $R^{тек}$ и $R^{пр}$ рейтинга, полученного при защите проекта, который может быть от 24 до 40 баллов. Перевод итогового рейтинга в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом: $0 \leq R^{disc} < 60$ – неудовлетворительно;

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

$73 \leq R^{disc} < 87$ – хорошо;

$87 \leq R^{disc} \leq 100$ – отлично.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» 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.	99 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 ЭБ УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/gtpaxt.pdf
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.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. 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

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский. – 4-е изд., стереотип. – М: Арис. 2010. – 753 С..	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Проектный расчет оптимальной ректификационной 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,	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 250 экз. на кафедре ПАХТ

3. Проектирование оптимальной многокорпусной вы- парной установки: метод. указания / сост. Ф.А. Аб- дулкашاپова, А.И. Разинов, И.П. Анашкин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 20 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 53 экз. на кафедре ПАХТ
4. Проектирование оптимального насадочного аб- сорбера: 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 кафедре ПАХТ

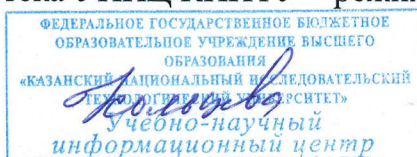
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



Процедура оценивания знаний в БРС лабораторных работ, расчетных заданий, рефератов, курсового проекта

4 семестр

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах БРС:	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Описание примерной шкалы оценочных средств с позиций БРС
5 (отлично)	от 87 до 100	Освоен превосходный уровень компетенций	Л/работы: 45-50 Рефераты: 6-10 от 51 до 60 баллов Экзамен: 36-40
4 (хорошо)	от 73 до 87	Освоен продвинутый уровень компетенций	Л/работы: 40-45 Рефераты: 5-6 от 45 до 51 баллов Экзамен: 28-36
3 (удовлетворительно)	от 60 до 73	Освоен пороговый уровень компетенций	Л/работы: 33-40 Рефераты: 3-5 от 36 до 45 баллов Экзамен: 24-28

5 семестр

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах БРС:	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Описание примерной шкалы оценочных средств с позиций БРС
5 (отлично)	от 87 до 100	Освоен превосходный уровень компетенций	Л/работы: 30-35 Расч/задания: 21-25 от 51 до 60 баллов Экзамен: 36-40
4 (хорошо)	от 73 до 87	Освоен продвинутый уровень компетенций	Л/работы: 26-30 Расч/задания: 19-21 от 45 до 51 баллов Экзамен: 28-36
3 (удовлетворительно)	от 60 до 73	Освоен пороговый уровень компетенций	Л/работы: 22-26 Расч/задания: 14-19 от 36 до 45 баллов Экзамен: 24-28

6 семестр

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах БРС:	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Описание примерной шкалы оценочных средств с позиций БРС
5 (отлично, зачтено)	от 87 до 100	Освоен превосходный уровень компетенций	Пояснительная записка 25-30 Графическая часть 26-30 от 51 до 60 баллов Защита курсового проекта 36-40
4 (хорошо, зачтено)	от 73 до 87	Освоен продвинутый уровень компетенций	Пояснительная записка 22-25 Графическая часть 23-26 от 45 до 51 баллов Защита курсового проекта 28-36
3 (удовлетворительно, зачтено)	от 60 до 73	Освоен пороговый уровень компетенций	Пояснительная записка 18-22 Графическая часть 18-23 от 36 до 45 баллов Защита курсового проекта 24-28

Процедура оценивания знаний в БРС на экзамене

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах БРС:	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Описание примерной шкалы оценочных средств с позиций БРС	
5 (отлично)	от 87 до 100 итог, от 33-40 баллов в семестре	Освоен превосходный уровень компетенций	Вопрос 1. Свободно владеет материалом Вопрос 2. Свободно владеет материалом. Вопрос 3. Свободно владеет материалом.	14-15 14-15 8-10 Итого: 36 - 40 баллов
4 (хорошо)	от 73 до 87 итог, от 24 до 33 баллов в семестре	Освоен продвинутый уровень компетенций	Вопрос 1. Не свободно владеет материалом Вопрос 2. Не свободно владеет материалом. Вопрос 3. Не свободно владеет материалом.	12-14 12-14 4-8 Итого: 28 - 36 баллов
3 (удовлетворительно)	от 60 до 73 итог, 24 балла в семестре	Освоен пороговый уровень компетенций	Вопрос 1. Владеет материалом на начальном уровне. Вопрос 2. Владеет материалом на начальном уровне. Вопрос 3. Владеет материалом на начальном уровне.	10-12 10-12 4 Итого: 24-28 баллов

Процедура оценивания знаний в БРС курсового проекта в 6 семестре

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах БРС:	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Описание примерной шкалы оценочных средств с позиций БРС	
5 (отлично, зачтено)	от 87 до 100	Освоен превосходный уровень компетенций	Свободно владеет материалом.	Итого: 87 - 100 баллов
4 (хорошо, зачтено)	от 73 до 87	Освоен продвинутый уровень компетенций	Не свободно владеет материалом	Итого: 73 - 87 баллов
3 (удовлетворительно, зачтено)	от 60 до 73	Освоен пороговый уровень компетенций	Владеет материалом на начальном уровне.	Итого: 60 - 73 баллов

11. Оценочные средства для определения результатов 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:

- а. комплект электронных презентаций/слайдов,
- б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

2. Лабораторные занятия

- а. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
- б. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
- с. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
- д. компьютерный класс.

3. Практические занятия

- а. кабинет курсового проектирования.

4. Прочее

- а. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- б. 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.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов. Для проведения лабораторных работ на кафедре разработаны компьютерные программы, позволяющие студентам обрабатывать результаты на компьютере, сравнивая полученные данные с экспериментальными и собственными расчетами. При защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» составляют 37 часов аудиторных занятий. Интерактив: лекции по 2 часа в 4 и 5 семестрах, лабораторные занятия – 12 и 9 часов в 4 и 5 семестрах соответственно, практические занятия – 12 часов в 5 семестре.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»
(наименование дисциплины)

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (название)

для профиля «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»; Авторская программа: «Машины и аппараты промышленной экологии»

для набора обучающихся 2019 г.

пересмотрена на заседании кафедры ПАХТ
(наименование кафедры)

Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
Протокол заседания кафедры №7 от 03.07.2019	Есть*	Нет	Кульментьева Е.И.	Клинов А.В.	Китаева Л.А.

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

Дополнение в пункт 12: Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»:

1. MS Office 2010-2016 Standard
2. Mathcad Education-University Edition
3. Аскон Компас 3Dv14