

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
А.В. Бурмистров
« 24 » 11 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.10 Основы химической технологии

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

Профили подготовки: Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХТИ, Экологической, технологической и информационной безопасности

Кафедра-разработчик рабочей программы ОХТ

Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	
Практические занятия	—	
Семинарские занятия	—	
Лабораторные занятия	18	
Самостоятельная работа	45	
Всего	108	3
Форма аттестации	ЭКЗАМЕН (27)	0,75

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 года, по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» по профилю: «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» на основании учебного плана набора обучающихся на 2015, 2016, 2017 годы.

Разработчик программы:

доцент кафедры ОХТ

(должность)



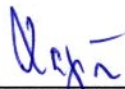
(подпись)

А.А.Гайфуллин

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХТ
протокол № 3 от 26.10.2017 г.

Зав. кафедрой ОХТ



(подпись)

Х.Э.Харлампиди

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ, реализующего подготовку образовательной программы от 14.11. 2017 г. № 36

Председатель комиссии, профессор



(подпись)

В.Я. Базотов

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФННХ реализующего подготовку образовательной программы от 23.11. 2017 г. № 4

Председатель комиссии, профессор



(подпись)

Н.Ю. Башкирцева

(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ



(подпись)

Л.А. Китаева

(Ф.И.О.)

Цели освоения дисциплины «Основы химической технологии»

Объект изучения дисциплины – химико-технологическая система (ХТС).

Предмет изучения – химико-технологический процесс.

При организации учебного процесса по дисциплине «Основы химической технологии» устанавливаются следующие **цели ее преподавания**:

- ✓ обучение методике проектирования технологии химических реакций различных технологических классов;
- ✓ обучение методологии проектирования ХТС и ее элементов как последовательности действий анализ-синтез-оценка реализуемости;
- ✓ овладение методикой анализа ХТС;
- ✓ формирование представления о построении детерминированных и статистических моделей элементов ХТС.

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы химической технологии» формирует у бакалавров по соответствующим направлениям подготовки набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и инновационной, научно-педагогической, производственно-технологической, организационно-управленческой, консультационно-экспертной, проектно-конструкторской и проектно-технологической профессиональной деятельности.

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

1. Общая и неорганическая химия
2. Органическая химия
3. Физическая химия
4. Коллоидная химия
5. Математика
6. Техническая термодинамика и теплотехника
7. Физика
8. Процессы и аппараты химической технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины «Основы химической технологии» могут быть использованы при прохождении практик (производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ по соответствующему направлению подготовки.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы химической технологии»

ПК-2 умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

ПК-16 умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- ✓ основные понятия химической технологии;
- ✓ тенденции в развитии технологии химических и биохимических процессов;
- ✓ состав и структуру химико-технологических систем;
- ✓ закономерности протекания химических превращений в условиях промышленного производства;
- ✓ состояние и перспективы развития сырьевой и энергетической базы отрасли;

- XTC

2) Уметь:

- химического продукта;

3) Владеть:

- пассивного эксперимента;

4. Структура и содержание дисциплины «Основы химической технологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, **108** часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практичес- кое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Понятийный аппарат химической технологии	5	2	-	2	3	Коллоквиум
2	Химико-технологические системы	5	2	-	2	4	Контрольная работа
3	Проектирование технологии реакции	5	6	-	2	8	Устный опрос по лабораторной работе
4	Промышленный катализ	5	2	-	2	6	Контрольная работа
5	Ресурсы ХТС	5	1	-	2	4	Доклад
6	Энергокомплекс ХТС	5	0,5	-	2	4	Реферат
7	Промышленная экология	5	0,5	-	2	4	Доклад
8	Синтез ХТС	5	3	-	2	6	Защита лабораторной работы
9	Анализ ХТС	5	1	-	2	6	коллоквиум
Форма аттестации							Экзамен

5. Содержание лекционных занятий

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; комплект электронных презентаций/слайдов; демонстрационные приборы, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формиру- емые компетен- ции
1	Основные закономерности химико-технологического процесса	2	Понятийный аппарат химической технологии	Предмет курса общей химической технологии (ОХТ) Задачи курса ОХТ как учебной дисциплины – обучение основам системного проектирования в области химической технологии. Методология курса включает объекты, стратегию и методы проектирования. Объекты проектирования: технология реакции, реакционная техника и химико-технологическая система (ХТС). Происхождение термина «технология». Первые учебники. Технологические наименования химических веществ – компонентов реакции (целевой и побочный продукты, сырье, реагент, полупродукт). Вспомогательные материалы. Отходы. Понятия конверсии, выхода продукта. Технологический режим. Понятие технологической схемы (принципиальной технологической схемы).	ПК-2
2	ХТС	2	Химико-технологические системы	Понятие системы. Химико-технологическая система ХТС. Состав операционной системы (элементы и связи). Элементы ХТС. Основные подсистемы (подготовки сырья и катализатора; химического превращения; выделения целевого продукта; обработки технического продукта). Технологические операторы. Понятие оператора. Классификация операторов (химические, массообменные, тепловые, механические, гидромеханические). Связи. Понятие связи. Классификация связей (по физическому смыслу, направленности, мощности, роли в системе). Материальные, энергетические, информационные связи. Прямые и обратные связи. Внешние и внутренние связи. Состав основных подсистем инфраструктуры ХТС (энергокомплекса, экологизации, водоподготовки). Структура ХТС. Основные типы структур (последовательное, параллельное, обводное (байпасное), обратное (рецикл), комбинационное включения элементов. Формы представления структуры ХТС (функциональная, операторная, структурная, технологическая схемы. Графы).	ПК-2 ПК-16
3	Типы химико-технологических процессов	6	Проектирование технологии реакции	Этапы разработки операционной системы ХТС. Технологический регламент как основной технологический документ, по которому устанавливают способ производства, технические средства и средства управления, нормативы расходования ресурсов, технологический режим работы оборудования. Основные разделы регламента (научно-технический уровень, патентная чистота продукта, способа производства, аппарата; техническая характеристика сырья, продуктов, основных и вспомогательных материалов; техническая характеристика отходов и выбросов; технология ХТП; условия проведения процесса; нормы расходования ресурсов; материальный баланс процесса; физико-	ПК-2 ПК-16

				химические свойства системы; контроль производства и управление процессом; основы безопасной эксплуатации; охрана окружающей среды; основные производственные инструкции). Химико-технологический процесс (ХТП) – процесс, протекающий в химическом реакторе. Понятие разработки технологии реакции (поиск оптимальных условий проведения ХТП). Условия проведения процесса – совокупность физических воздействий (факторов) на химически реагирующую систему. Основные технологические критерии: скорость процесса (реакции) r_A, селективность S, конверсия α_A. Математическая модель $Y_i=f(F, F_2...F_n)$. Технологическая классификация реакций и ее прикладное значение. Разработка технологии гомогенной реакции. Локализация реакции. Способы интенсификации гомогенной реакции (термохимическая, каталитическая, фотохимическая, плазмохимическая, сонохимическая, механохимическая, криохимическая, радиационно-химическая, электрохимическая, СВЧ-методы активации, ударные волны). Влияние состава исходной и реакционной смеси реагентов (продуктов), растворителей и его физико-химических свойств: давления, температуры на скорость реакции (селективность). Роль избытка одного из реагентов. Разработка технологии обратимой реакции. Разработка технологии гетерогенной реакции. Примеры гетерогенных систем (Г-Ж, Г-Т, Т-Г, Ж-Т и пр.). Локализация реакции Стадийный механизм сопряженных процессов химической реакции и массопередачи. Лимитирующая стадия ХТП. Области протекания гетерогенной реакции (кинетическая, переходная, диффузионная). Определение области протекания гетерогенной реакции. Методы интенсификации реакции в кинетической или диффузионной областях. Скорость массопередачи. Методы интенсификации массопередачи. Топохимические реакции.	
4	Каталитические процессы	2	Промышленный катализ	Основные понятия. Классификация методов каталитической активации. <u>Гетерогенный катализ.</u> Химические (активность, селективность, производительность) и физические (механическая прочность, термостабильность, теплопроводность, поверхность и структура, размер и форма гранул) свойства катализатора. Причины падения активности (старение, утомление, зауглероживание, минерализация, контактные яды). Методы защиты катализатора от контактных ядов. Контактный аппарат. Параметры работы. Механизм гетерогенного катализа. Области протекания гетерогенно-каталитического процесса. Классификация гетерогенных катализаторов (тип механизма, способ приготовления, состав). Модифицированные, смешанные и катализаторы на носителях. <u>Гомогенный катализ.</u> Классификация гомогенных катализаторов.	ПК-2 ПК-16

				Механизм гомогенного катализа. Преимущества и недостатки гомогенных катализаторов по сравнению с гетерогенными. Перспективы развития гомогенного катализа (гетерогенизация, разработка ферментоподобных систем, межфазный катализ). Ферментативный катализ. Строение фермента. Химические свойства ферментов. Асимметричный катализ. Нанокатализ.	
5	ХТС	1	Ресурсы ХТС	Понятие ресурсов как важнейшего элемента ХТС, обеспечивающего переработку сырья в химический продукт. Потребность в ресурсах материальных, энергетических, трудовых, финансовых и фондовых. Классификация сырья (природное, синтетическое, минеральное, растительное, животное и пр.). Выбор и обоснование сырьевой базы производства на основе технологических и экономических критериев. Выбор сырья с позиций использования его энергетического потенциала. Традиционные источники сырья для промышленного органического синтеза. Нефтехимическое сырье (углеводородные газы: природный, попутный, нефтезаводский). Углехимическое сырье. Уголь. Основные процессы переработки (коксование, газификация, ожижение). Основные продукты. Лесохимическое сырье. Основа – растительное сырье. Основные продукты. Традиционные источники сырья для промышленного органического синтеза. Горноминеральное сырье. Производство минеральных кислот (азотной, фосфорной, серной, хлороводородной). Производство минеральных удобрений (калийных, азотных, фосфорных), аммиака, хлора. Нетрадиционные источники сырья.	ПК-16
6	Энергетика химической промышленности	0,5	Энергокомплекс ХТС	Состав энергокомплекса: - энергоснабжение (источники энергии, хранилища топлива); - энергопотребление (энергоприемники технологических установок); - устройства для передачи энергии в технологические аппараты (энергокоммуникации, энергоносители, энергоприемники технологических установок). Энергоносители. Промежуточные энергоносители. Энергоресурсы и потребность ХТС в энергии. Энергоемкость ХТС. Полезное использование энергии. Методы снижения уровня потребления энергии в ХТС.	ПК-2
7	Промышленная экология	0,5	Промышленная экология	Понятие экологии. Понятие экосистемы как единицы жизни с ее составляющими: живым веществом и химическим веществом (субстратом гео-, атмо-, гидросферы). Воздействие человеческой деятельности на характеристики качества экосистемы. Основные понятия промышленной экологии (безотходное производство, побочные продукты, отходы производства и потребления, вторичные материальные ресурсы ВМР). Экологическое проектирование ХТС. Решение основных проблем безотходной	ПК-2 ПК-16

				технологии. Экологическая экспертиза и экологическая оценка. Экологическая оценка проекта	
8	ХТС	3	Синтез ХТС	Методы синтеза (эволюционные, эвристические, иерархические и пр.). Технологическая схема. Классификация технологических схем. Организационная структура процесса (периодическая, непрерывная, комбинированная схемы). Достоинства и недостатки. Обоснование выбора класса схемы. Технологический маршрут сырья (прямая, циркуляционная схемы). Достоинства и недостатки. Обоснование выбора класса схемы. Число химических стадий (одно-, двух-, многостадийные схемы). Достоинства и недостатки. Обоснование выбора класса схемы. Способ рекуперации энергии (энергопотребляющие, энерготехнологические схемы). Степень экологизации (ресурсопотребляющие, ресурсосберегающие схемы). Число продуктовых потоков (однопродуктовые, многопродуктовые). Номенклатура выпускаемой продукции. (индивидуальная, совмещенная, гибкая технологические схемы). Виды гибкости (технологическая, структурная, аппаратная). Синтез общей структуры ХТС. Исходные данные для проектирования.	ПК-2 ПК-16
9	ХТС	1	Анализ ХТС	Основные методы анализа ХТС (системный, энергетический, эксергетический, термохимический, термоэкономический, энергоаудит). Детерминированные и статистические модели элементов ХТС. Основы построения детерминированных математических моделей элементов ХТС. Модуль смесителя. Модуль делителя. Модуль теплообменника. Основы построения статистических моделей элементов ХТС. Основные программные продукты для расчета ХТС. Системный подход, стратификация. Понятие системного анализа. Цель. Этапы. Понятие материального баланса - основа для проектирования оборудования, производства. Технологическая (конверсия, селективность, скорость) и экономическая (себестоимость, прибыль, показатель приведенных затрат) оценка эффективности его функционирования. Понятие альтернативы.	ПК-2 ПК-16

6. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-сы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные закономерности химико-технологического процесса	2	Вводное занятие (лаборатория кафедры ОХТ)	Организация работ на практикуме. Ознакомление с целями и задачами практикума. Техника безопасности при выполнении работ. Выдача рабочего задания. Ознакомление с методикой работы и лабораторной установкой.	ПК-2
2	Типы химико-технологических процессов	4	Разработка технологии гетерогенной реакции (установка по окислению парафиновых углеводородов)	<u>Экспериментальная часть практикума – 12 ч:</u> Технологический эксперимент выполняется в течение 3-х занятий для получения значений функции отклика в заданных точках плана. Программа коллоквиума посвящена методике разработки ХТП.	ПК-2 ПК-16

3	Типы химико-технологических процессов	4	Разработка технологии гомогенной реакции (установка по пиролизу углеводородов)	Обсуждаемые проблемы связаны с теоретическими закономерностями изучаемых реакций и их практическим применением в разрабатываемой технологии. Расчетно-графическая часть практикума-4 ч:	ПК-2 ПК-16
4	Каталитические процессы	4	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции в системе жидкость-жидкость-твердое тело (установка по этерификации)	Статистическая обработка результатов эксперимента в форме модели ХТП. Расчет составов исходных и реакционных смесей. Разработка принципиальной технологической схемы в форме функциональной и операторной схем. Расчет материального баланса процесса. Расчет балансовых характеристик. Системный анализ существующей промышленной системы на основе информации о качестве ее функционирования. Выявление недостатков. Поиск путей модификации ХТС и ее элементов.	ПК-2 ПК-16
5	Типы химико-технологических процессов	4	Разработка технологии гетерогенной реакции в системе жидкость-твердое тело (установка по получению кальцинированной соды)		ПК-2 ПК-16

Лабораторные занятия по дисциплине «Основы химической технологии» преследуют следующие цели:

- ✓ Обучение методике разработки технологии химической реакции на основе ее технологической классификации;
- ✓ Ознакомление студентов с понятием технологического эксперимента и практикой его постановки для получения статистической модели технологического процесса;
- ✓ Формирование представления об инновационной деятельности специалиста в области модернизации существующих промышленных систем на основе результатов системного анализа.

Рабочая программа лабораторного практикума подразделяется на две составляющие: экспериментальную и расчетно-графическую.

Экспериментальная составляющая лабораторных занятий предназначена для преобразования теоретических знаний в умение спроектировать технологию химической реакции и поставить технологический эксперимент с целью получения количественных оценок разрабатываемого процесса.

Расчетно-графическая составляющая лабораторных занятий включает в себя следующие задачи:

1. Статистическая обработка полученной модели процесса;
2. Разработка принципиальной технологической схемы синтеза в форме функциональной и операторной схем;
3. Расчет материального баланса процесса и показателей его эффективности (конверсии, выходов продукта, расходных коэффициентов по сырью).

**Лабораторные работы выполняются на технологическом оборудовании, размещенном в помещении учебной лаборатории модельных установок кафедры общей химической технологии (ауд. А-213).*

7. Содержание семинарских, практических занятий

Учебными планами по вышеперечисленным направлениям подготовки бакалавров практических занятий не предусмотрено.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Понятийный аппарат химической технологии Методы стимулирования творческого мышления (классификация, аналогии, мозговая атака). Задачи указанных методов. Понятия системотехники, системного анализа, математического моделирования.	2	Проработка учебно-методических пособий при подготовке к лабораторным работам	ПК-2
2	Тема 2. Химико-технологические системы Понятие системы. Химико-технологические системы (ХТС). Состав операционной системы. Структура ХТС (элементы и	4	Подготовка к контрольной работе	ПК-2 ПК-16

	связи). Элементы ХТС (подсистемы, операторы). Связи. Понятие связи. Классификация связей (по физическому смыслу, направленности, мощности, роли в системе). Материальные, энергетические, информационные связи. Прямые и обратные связи. Внешние, внутренние связи.			
3	<i>Тема 3. Проектирование технологии химической реакции</i> Понятие математической модели. Классификация математических моделей химико-технологического процесса. Аналитические и статистические модели. Объекты с сосредоточенными и распределительными параметрами. Линейные и нелинейные модели. Модели детерминированные и вероятностные. Характеристика математических моделей ХТП (многоуровневость, многофакторность, многокритериальность, нелинейность). Разработка принципиальной технологической схемы на основе технологического эксперимента.	6	Подготовка к устному опросу	ПК-2 ПК-16
4	<i>Тема 4. Промышленный катализ</i> Классификация катализаторов по категории «состав» (модифицированные, смешанные, на носителях). Цеолиты. Классификация катализаторов по категории «способ приготовления» (соосажденные, нанесенные, плавленые, мембранные, скелетные, привитые, органические, природные, коллоидные, нанокатализаторы). Носители. Рекомендации по разработке промышленного катализатора. Гомогенный катализ. Классификация гомогенных катализаторов (кислотный, основной, металлокомплексный, ферментативный). Понятие «кластер». Преимущества и недостатки гомогенных катализаторов перед гетерогенными. Ферментативный катализ. Классификация ферментов. Химические свойства ферментов. Строение ферментов. Перспективы развития гомогенного катализа (гетерогенизация, разработка ферментоподобных систем, иммобилизация ферментов, биомиметика). Межфазный катализ.	5	Подготовка к контрольной работе	ПК-2 ПК-16
5	<i>Тема 5. Ресурсы ХТС</i> Нефть. Состав. Классификация нефтепродуктов. Промысловая подготовка нефти. Прямая гонка (АТ и ВТ). АТ: сырье: обессоленная, обезвоженная нефть. Основные дистилляты: газовый бензин, бензиновая, керосиновая, дизельная фракции. Остаток – мазут. Основные направления использования. ВТ: сырье – мазут. Основные дистилляты (вакуумный газойль, веретенный, машинный, цилиндрический дистилляты. Остаток – гудрон. Основные направления использования. Глубокая переработка нефти. Краткая характеристика топлив (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут). Нефтехимическое сырье. Нефтяные фракции и углеводородные газы. Нефтепереработка. Процессы каталитические, термические. Каталитические процессы нефтепереработки (каталитический крекинг, каталитический риформинг, изомеризация, гидрокрекинг, дегидрирование, алкилирование). Продукты. Направление использования. Термические процессы нефтепереработки: термокрекинг, висбрекинг, пиролиз, коксование. Продукты. Направление использования. Углеводородные газы. Классификация (природный, попутный, нефтезаводский газы). Состав. Основные направления переработки. Углехимическое сырье. Уголь. Основные процессы углепереработки (коксование, газификация, ожижение). Основные направления использования продуктов	10	Подготовка к докладу	ПК-16

	углепереработки. Лесохимическое сырье. Основа – растительное сырье (древесина, сельскохозяйственные культуры). Состав (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза). Методы переработки. Продукты. Направления использования. Горнохимическое сырье. Методы обогащения. Флотация. Основные продукты (минералы, минеральные кислоты, минеральные соли, минеральные удобрения). Гидроминеральное сырье. Источники: подземные и наземные, воды морей, океанов, рек, полярные шапки, снег, ледники, газогидраты, болота, айсберги, атмосферная и почвенная влага. Состав: все элементы таблицы Д.И.Менделеева. Наземные воды (морские, океанические). Методы извлечения минералов из воды (реактивные, сорбционные на ионообменных смолах, экстракционные, электрохимические, флотационные, комплексообразующие, мембранные). Подземные воды (подземные рассолы, промышленные стоки, пластовые воды нефтедобычи). Извлечение йода, магния из пластовых вод.			
6	<i>Тема 6. Энергокомплекс</i> Водное хозяйство химического предприятия. Водоемкость. Схема водного хозяйства. Технологическое назначение воды. Классификация промышленных вод ХТС. Состав подсистемы промышленного водоснабжения. Методы очистки воды (механические, механохимические, физико-химические, химические, биохимические аэробные и анаэробные, биогидроботанические, физические, термические. Ионитовая очистка воды (обессоливание, умягчение). Оборотное водоснабжение. Градирия.	4	Написание реферата	ПК-2
7	<i>Тема 7. Промышленная экология</i> Охрана водного бассейна. Классификация сточных вод (реакционная, свободная или связанная влага сырья, маточные водные растворы, промывные, водные экстракты и абсорбционные жидкости, охлаждающие воды от прямого теплообмена с продуктами). Способы очистки стоков. Биохимическая очистка. Основные сооружения химбиоочистки (аэротенки, метантенки, окситенки). Выбор схемы очистки стоков. Замкнутые водооборотные циклы. Аппараты воздушного охлаждения. Способы очистки воды от нефтепродуктов. Охрана воздушного бассейна. Способы очистки атмосферных выбросов от поллютантов газообразных, парогазовых аэрозолей. Организованные и неорганизованные источники загрязнения. Переработка твердых отходов. Методы утилизации полимерных отходов. Использование шламов химводоочистки. Утилизация твердых углеродсодержащих отходов.	3	подготовка к докладу	ПК-2 ПК-16
8	<i>Тема 8. Синтез ХТС</i> Подсистема выделения целевого продукта. Методы разделения жидких реакционных смесей (ректификация, дистилляция в присутствии третьего компонента). Экстракция, кристаллизация, адсорбция, жидкостная хроматография, мембранное разделение. Методы разделения газообразных реакционных смесей (сепарация, низкотемпературные ректификация и конденсация, абсорбция, адсорбция, мембранное газоразделение). Мембраны. Строение. Классификация. Мембранные методы разделения жидких и газообразных сред. Общие правила синтеза тепловых схем. Классификация	6	Оформление отчета к лабораторной работы. Подготовка к защите лабораторной работы.	ПК-2 ПК-16

	структур тепловых схем. Теплотехнические связи. Структура теплотехнических схем. Критерии оптимизации структуры тепловых связей. Основные правила проектирования тепловых связей.			
9	<i>Тема 9. Анализ ХТС</i> Основные методы анализа ХТС. Краткое описание сущности каждого метода (системный, энергетический, эксергетический методы анализа; энергоаудит). Детерминированные и статистические модели элементов ХТС. Основы построения детерминированных математических моделей элементов ХТС. Модуль смесителя. Модуль делителя. Модуль теплообменника. Основы построения статистических моделей элементов ХТС. Основные программные продукты для расчета ХТС. Главные источники данных для проведения анализа. Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы). Методика составления материального баланса. Основные технологические показатели эффективности химико-технологического процесса (конверсия, селективность, скорость, выход продукта). Основные технические показатели (производительность, пропускная способность, интенсивность). Основные экономические показатели эффективности ХТП (расходные коэффициенты по сырью и энергии, показатель приведенных затрат, себестоимость продукции, прибыль и пр.).	5	Подготовка к устному опросу на коллоквиуме. Подготовка к экзамену.	ПК-2 ПК-16

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Основы химической технологии» используется рейтинговая система.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Усвоение учебного материала контролируется по всем видам учебных занятий: практическим занятиям и лекционному курсу.

При изучении дисциплины «Основы химической технологии» предусматривается экзамен, выполнение лабораторной работы, выполнение двух контрольных работ, написание реферата, подготовка доклада, коллоквиум. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	1	9	15
<i>Контрольная работа</i>	2	10	16
<i>Реферат</i>	1	3	5
<i>Доклад</i>	2	6	10
<i>Коллоквиум</i>	2	8	14
<i>Экзамен</i>		24	40
<i>Итого:</i>		60	100

К экзамену допускаются студенты, прошедшие контрольные точки.

Окончательная оценка знаний выставляется на основе качества ответов на вопросы экзаменационных билетов.

Рейтинговую оценку за усвоение учебного материала по дисциплине определяют путем суммирования баллов, полученных при выполнении всего объема работ.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Основы химической технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экз.
1. Кузнецова И.М. и др. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологического процесса. Учебник, под общей ред. Х.Э.Харлампиدي. – СПб.: Лань, 2013. 448 с.	100 экз. УНИЦ КНИТУ http://e.lanbook.com/book/37357 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Кузнецова И.М. и др. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. Учебник, под общей ред. Х.Э.Харлампиدي. – СПб.: Лань, 2014. 384 с.	100 экз. УНИЦ КНИТУ http://e.lanbook.com/book/45973 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
3. Москвичев Ю.А., Григоричев А.К., Павлов О.С. Теоретические основы химической технологии: Учеб. пособие. - СПб. : Лань 2016. 272 с.	50 экз. УНИЦ КНИТУ https://e.lanbook.com/book/79331 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

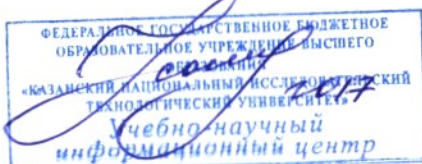
Дополнительные источники информации	Количество экз.
1. Бесков В.С. Общая химическая технология. М: ИКЦ «Академкнига» 2006. 452 с.	25 Экз. УНИЦ КНИТУ
2. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов. Уч. Пособие. М.: «Логос» 2012. 304 с.	В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Zakgeym_obhim_tehn.pdf Доступ с IP- адресов КНИТУ
3. Преображенская Т.Н., Харлампиدي Х.Э., Сафин Д.Х. Физические методы интенсификации химических процессов: Учебное пособие. Казань: КГТУ, 2011. 175 с.	160 экз. УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Preobrazhenskaya_physics_methods_intensification_IP.pdf Доступ с IP- адресов КНИТУ
4. Кузнецова И.М., Чиркунов Э.В., Харлампиدي Х.Э. Разработка технологии гетерогенной реакции в системе Г-Ж: Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по общей химической технологии. Казан. гос. технол. ун-т, Казань, 2011. 49 с.	70 Экз. УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Kuznetsova_razrab_tech_gas_liquid.pdf Доступ с IP- адресов КНИТУ
5. Дахнави Э.М., Елиманова Г.Г., Кузнецова И.М., Чиркунов Э.В. Этерификация спиртов карбоновыми кислотами (синтез полиэфиров): метод указания к лабораторному практикуму - Казань: Изд-во КГТУ, 2008. 36 с.	20 экз. на кафедре ОХТ 11 экз. УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Daxnawi_etercpkarbk.pdf Доступ с IP- адресов КНИТУ
6. Галимов Р.А., Гайфуллин АА., Харлампиدي Х.Э. Окисление алканов до синтетических жирных кислот: учебное пособие - Казань: Изд-во КГТУ, 2007. - 143 с.	69 экз. в УНИЦ КНИТУ 25 экз. на кафедре ОХТ В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/okislenie_alkanov.pdf Доступ с IP- адресов КНИТУ
7. Кузнецова И.М., Харлампиدي Х.Э., Батыршин Н.Н. Общая химическая технология: учебное пособие. - М.: Логос, 2007. - 264 с.	986 экз. УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Основы химической технологии» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. Саулин Д.В. Математическое моделирование химико-технологических систем: Конспект лекций/ Перм.гос.техн.ун-т. Пермь, 2003, 91 с. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/1582547/>, свободный.

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов; демонстрационные приборы.

1. Лекционные занятия:

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

2. Лабораторные работы

- а. лаборатория модельных установок, оснащенная следующими экспериментальными установками
 - ✓ установка пиролиза (висбрекинга, риформинга) углеводородного сырья;
 - ✓ установка окисления парафиновых углеводородов;
 - ✓ установка этерификации этиленгликоля стеариновой/адипиновой кислотой;
 - ✓ установка гидролиза эфиров;
 - ✓ установка получения каустической соды известковым методом;
 - ✓ установка дегидратации спиртов;
 - ✓ стенд для выполнения объемных методов анализа;
 - ✓ установка для хроматографического метода анализа.
- б. шаблоны отчетов по лабораторным работам приведены в методических указаниях к практикуму,
- с. лабораторные занятия обеспечены пакетами ПО MSWord, MSExcel, MSPowerPoint и специализированными ПО ChemCAD, MSVisio.

3. 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.

12. Образовательные технологии

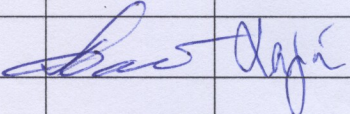
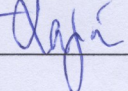
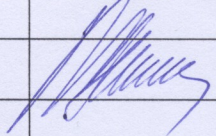
Количество часов по дисциплине, проводимых в интерактивной форме – 12 часов

Организация интерактивного обучения студентов в форме дискуссии и лекции - беседы.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Основы химической технологии»
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры Общей химической технологии
(наименование кафедры)

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №_1_ от _06_.09.2018_)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ОАиД
		Нет	Нет			

*Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.