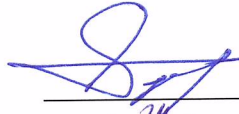


Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 (ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ

  
 Проректор по УР  
 А.В.Бурмистров  
 « 24 » 09 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б1.Б.19 Общая химическая технология

Направление подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология»  
 (шифр) (наименование)

Профили подготовки: все профили подготовки

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институты ИНХН, ИХТИ, ИП

Кафедра-разработчик рабочей программы ОХТ

Курс, семестр 3 курс, 6 семестр

	Для академического бакалавриата		Для прикладного бакалавриата	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18		12	
Практические занятия	–		–	
Семинарские занятия	–		–	
Лабораторные занятия	45		48 (39)	
Самостоятельная работа	81/54*		21 (30)	
Всего	144	4	108	3
Форма аттестации	Зачет с оценкой/ЭКЗАМЕН*	-/0,75*	Экзамен	0,75

\*для набора студентов 2016, 2017 годов

() – для профиля «Химическая технология органических веществ»

Казань, 2018г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 года, по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по всем профилям подготовки на основании учебных планов, утвержденных 04.06.2018 года, протокол №7.

Рабочая программа составлена для приема студентов 2016, 2017, 2018

Разработчик программы:

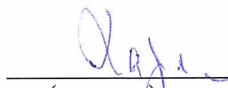
доцент кафедры ОХТ  
(должность)

  
(подпись)

И.А. Суворова  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХТ, протокол от 5.09 2018 г. № 1

Зав. кафедрой ОХТ

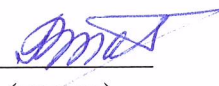
  
(подпись)

Х.Э.Харлампиди  
(Ф.И.О.)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ, реализующего подготовку образовательной программы от 12.09 2018 г. № 8


Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

В.Я. Базотов  
(Ф.И.О.)

Протокол заседания методической комиссии ИНХН, реализующего подготовку образовательной программы от 7.09 2018 г. № 1

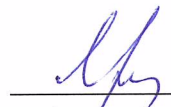
Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

Н.Ю. Башкирцева  
(Ф.И.О.)

Протокол заседания методической комиссии ИП, реализующего подготовку образовательной программы от 14.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии


  
(подпись)

А.М.Ярошевская  
(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

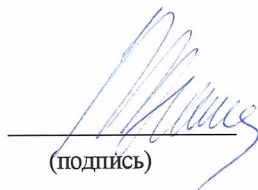
Протокол заседания методической комиссии ИНХН от 20.08 201 г. № 1/2

Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

Н.Ю. Башкирцева  
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ

  
(подпись)

Л.А. Китаева  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели освоения дисциплины «Общая химическая технология»

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

*Предмет* изучения – химико-технологический процесс.

При организации учебного процесса по дисциплине «Общая химическая технология» 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;
- ✓ обучение методике проектирования химико-технологической системы;
- ✓ обучение методике анализа ХТС;
- ✓ формирование представления о необходимости интеграции закономерностей базисных наук в процессе проектирования технологии производства химического продукта.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Общая химическая технология» 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 «Общая химическая технология» бакалавр по направлению подготовки «Химическая технология» 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 «Общая химическая технология» 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 «Общая химическая технология»

ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;

ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

### 1) Знать:

- ✓ Основные функции инженера-технолога;
- ✓ 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;
- ✓ основную технологическую документацию;
- ✓ методику проектирования ХТС;
- ✓ показатели эффективности химико-технологического процесса;
- ✓ источники научно-технологической информации в профессиональной сфере.

## 2) Уметь:

- ✓ разработать технологию химической реакции в ходе ее логического проектирования и постановки технологического эксперимента;
- ✓ обосновать режимы работы промышленного реактора для определенного класса реакций и предложить конструкцию аппарата, обеспечивающего заданный режим работы;
- ✓ проанализировать альтернативные виды сырья и обосновать его выбор;
- ✓ использовать современные способы интенсификации химических и физических процессов;
- ✓ синтезировать общую структуру технологической схемы производства химического продукта;
- ✓ рассчитать материальные и тепловые балансы химического производства для оценки нормативов материальных затрат (норм расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, энергии);
- ✓ дать технологическую, экологическую и экономическую оценку инженерного решения в области ХТС;
- ✓ использовать в работе основные принципы экологического проектирования на основе проведения энергетической и экологической экспертиз;
- ✓ применять новейшие достижения научно-технического прогресса;
- ✓ реализовать принцип непрерывного обучения на основе ФПК и анализа научно-технической информации.

## 3) Владеть:

- ✓ методами математической статистики для обработки результатов активного и пассивного эксперимента;
- ✓ методами работы на ЭВМ для осуществления интернет-поиска специализированной информации.

## 4. Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология»

### 4.1. Для академического бакалавриата.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные	СРС		
1	Понятийный аппарат химической технологии	6	1	2	-	2	7/4*	При чтении лекций используются презентационная техника	Контрольная работа
2	Химико-технологические системы	6	1-2	2	-	3	7/4*		Коллоквиум
3	Проектирование технологии реакции	6	2-5	6	-	4	11/8*		Контрольная работа

4	Промышленный катализ	6	5-6	2	-	5	11/8*	(проектор, экран, ноутбук), комплект электронных презентаций/слайдов	<i>Реферат</i>
5	Ресурсы ХТС	6	6	1	-	11	7/4*		<i>Доклад</i>
6	Энергокомплекс ХТС	6	7	0,5	-	5	7/4*		<i>Доклад</i>
7	Промышленная экология	6	7	0,5	-	4	5/2*		<i>Доклад</i>
8	Синтез ХТС	6	8-9	3	-	7	13/10*		<i>Коллоквиум</i>
9	Анализ ХТС	6	9	1	-	4	13/10*	<i>Коллоквиум</i>	
<i>Форма аттестации</i>									<i>Зачет с оценкой/Экзамен*</i>

#### 4.2. Для прикладного бакалавриата.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные	СРС		
1	Понятийный аппарат химической технологии	6	1	2	-	4	2/(3)	При чтении лекций используются презентационная техника (проектор, экран, ноутбук), комплект электронных презентаций/слайдов	<i>Контрольная работа работа</i>
2	Химико-технологические системы	6	1-2	2	-	5	3/(4)		<i>Коллоквиум</i>
3	Проектирование технологии реакции	6	2-5	4	-	6	4/(7)		<i>Контрольная работа</i>
4	Промышленный катализ	6	5-6	2	-	7	6/(8)		<i>Реферат</i>
5	Ресурсы ХТС	6	6	1	-	13	2/(3)		<i>Доклад</i>
6	Энергокомплекс ХТС	6	7	0,5	-	7	2/(3)		<i>Доклад</i>
7	Промышленная экология	6	7	0,5	-	4	1/(2)		<i>Доклад</i>
<i>Форма аттестации</i>									<i>Экзамен*</i>

#### 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)

##### 5.1. Для академического бакалавриата.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
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	ПК-1

				<p>(ХТС).</p> <p>Происхождение термина «технология». Первые учебники. Технологические наименования химических веществ – компонентов реакции (целевой и побочный продукты, сырье, реагент, полупродукт). Вспомогательные материалы. Отходы.</p> <p>Понятия конверсии, выхода продукта. Технологический режим. Понятие технологической схемы (принципиальной технологической схемы).</p>	
2	ХТС	2	Химико-технологические системы	<p>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).</p> <p>Технологические операторы. Понятие оператора. Классификация операторов (химические, массообменные, тепловые, механические, гидромеханические).</p> <p>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.</p> <p>Состав основных подсистем инфраструктуры ХТС (энергокомплекса, экологизации, водоподготовки).</p> <p>Структура ХТС. Основные типы структур (последовательное, параллельное, обводное (байпасное), обратное (рецикл), комбинационное включения элементов).</p> <p>Формы представления структуры ХТС (функциональная, операторная, структурная, технологическая схемы. Графы).</p>	ПК-1 ПК-4
3	Типы химико-технологических процессов	6	Проектирование технологии реакции	<p>Этапы разработки операционной системы ХТС. Программа работ (схема).</p> <p>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-химические свойства системы; контроль производства и управление процессом; основы безопасной эксплуатации; охрана окружающей среды; основные производственные инструкции).</p> <p>Химико-технологический процесс (ХТП) – процесс, протекающий в химическом реакторе.</p> <p>Понятие разработки технологии реакции (поиск оптимальных условий проведения ХТП).</p> <p>Условия проведения процесса – совокупность физических воздействий (факторов) на химически реагирующую систему.</p> <p>Основные технологические критерии: скорость процесса (реакции) <math>r_A</math>, селективность <math>S</math>, конверсия <math>\alpha_A</math>.</p> <p>Математическая модель <math>Y_i = f(F, F_2 \dots F_n)</math>.</p> <p>Технологическая классификация реакций и ее прикладное значение.</p> <p>Разработка технологии гомогенной реакции.</p> <p>Локализация реакции.</p> <p>Способы интенсификации гомогенной реакции (термо-, каталитическая, фотохимическая, плазмохимическая, сонохимическая, механохимическая, криохимическая, радиационно-химическая, электро-</p>	ПК-1 ПК-4 ПК-11

				<p>химическая, СВЧ-методы активации, ударные волны).</p> <p>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.</p> <p>Разработка технологии обратимой реакции.</p> <p>Разработка технологии гетерогенной реакции. Примеры гетерогенных систем (Г-Ж, Г-Т, Т-Г, Ж-Т и пр.).</p> <p>Локализация реакции Стадийный механизм сопряженных процессов химической реакции и массопередачи.</p> <p>Лимитирующая стадия ХТП.</p> <p>Области протекания гетерогенной реакции (кинетическая, переходная, диффузионная).</p> <p>Определение области протекания гетерогенной реакции.</p> <p>Методы интенсификации реакции в кинетической или диффузионной областях.</p> <p>Скорость массопередачи. Методы интенсификации массопередачи. Топохимические реакции.</p>	
4	Каталитические процессы	2	Промышленный катализ	<p>Основные понятия. Классификация методов каталитической активации.</p> <p><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.</p> <p>Контактный аппарат. Параметры работы. Механизм гетерогенного катализа. Области протекания гетерогенно-каталитического процесса.</p> <p>Классификация гетерогенных катализаторов (тип механизма, способ приготовления, состав).</p> <p>Модифицированные, смешанные и катализаторы на носителях.</p> <p><u>Гомогенный катализ.</u></p> <p>Классификация гомогенных катализаторов. Механизм гомогенного катализа.</p> <p>Преимущества и недостатки гомогенных катализаторов по сравнению с гетерогенными.</p> <p>Перспективы развития гомогенного катализа (гетерогенизация, разработка ферментоподобных систем, межфазный катализ).</p> <p>Ферментативный катализ.</p> <p>Строение фермента. Химические свойства ферментов.</p> <p>Асимметричный катализ.</p> <p>Нанокатализ.</p>	ПК-1 ПК-4
5	ХТС	1	Ресурсы ХТС	<p>Понятие ресурсов как важнейшего элемента ХТС, обеспечивающего переработку сырья в химический продукт.</p> <p>Потребность в ресурсах материальных, энергетических, трудовых, финансовых и фондовых.</p> <p>Классификация сырья (природное, синтетическое, минеральное, растительное, животное и пр.).</p> <p>Выбор и обоснование сырьевой базы производства на основе технологических и экономических критериев.</p> <p>Выбор сырья с позиций использования его энергетического потенциала.</p> <p>Традиционные источники сырья для промышленного органического синтеза.</p> <p>Нефтехимическое сырье (углеводородные газы: природный, попутный, нефтезаводский).</p>	ПК-1 ПК-4

				<p>Нефть. Углекислотное 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. Металлургия. Производство черных (железо, хром, марганец. Сплавы) и цветных (тяжелых, легких, редких, благородных) металлов. Гидроминеральное сырье. Методы извлечения минералов из воды. Нетрадиционные источники сырья. Шельфовые зоны морей и океанов; газогидраты; морские и океанические воды; биомасса, одноклеточные водоросли; вязкие нефти, нефтебитумы, верхние слои земной коры и пр.).</p>	
6	Энергетика химической промышленности	0,5	Энергокомплекс ХТС	<p>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.</p>	ПК-1 ПК-4 ПК-11
7	Промышленная экология	0,5	Промышленная экология	<p>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 технологии. Экологическая экспертиза и экологическая оценка. Экологическая оценка проекта</p>	ПК-1 ПК-11
8	ХТС	3	Синтез ХТС	<p>Методы синтеза (эволюционные, эвристические, иерархические и пр.). Технологическая схема. Классификация технологических схем. Организационная структура процесса (периодическая, непрерывная, комбинированные 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,</p>	ПК-1 ПК-4 ПК-11



				<p>многопродуктовые).</p> <p>Номенклатура выпускаемой продукции. (индивидуальная, совмещенная, гибкая технологические схемы). Виды гибкости (технологическая, структурная, аппаратная).</p> <p>Синтез общей структуры ХТС. Исходные данные для проектирования.</p>	
9	ХТС	1	Анализ ХТС	<p>Основные методы анализа ХТС (системный, энергетический, эксергетический, термодинамический, термоэкономический, энергоаудит).</p> <p>Системный подход, стратификация.</p> <p>Понятие системного анализа. Цель. Этапы.</p> <p>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.</p>	ПК-1 ПК-4 ПК-11

### 5.2. Для прикладного бакалавриата.

<i>№ п/п</i>	<i>Раздел дисциплины</i>	<i>Часы</i>	<i>Тема лекционного занятия</i>	<i>Краткое содержание</i>	<i>Формируемые компетенции</i>
1	Основные закономерности химико-технологического процесса	2	Понятийный аппарат химической технологии	<p>Предмет курса общей химической технологии (ОХТ)</p> <p>Задачи курса ОХТ как учебной дисциплины – обучение основам системного проектирования в области химической технологии.</p> <p>Методология курса включает объекты, стратегию и методы проектирования.</p> <p>Объекты проектирования: технология реакции, реакционная техника и химико-технологическая система (ХТС).</p> <p>Происхождение термина «технология». Первые учебники. Технологические наименования химических веществ – компонентов реакции (целевой и побочный продукты, сырье, реагент, полупродукт). Вспомогательные материалы. Отходы.</p> <p>Понятия конверсии, выхода продукта. Технологический режим. Понятие технологической схемы (принципиальной технологической схемы).</p>	ПК-1
2	ХТС	2	Химико-технологические системы	<p>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).</p> <p>Технологические операторы. Понятие оператора. Классификация операторов (химические, массообменные, тепловые, механические, гидромеханические).</p> <p>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.</p> <p>Состав основных подсистем инфраструктуры ХТС (энергокомплекса, экологизации, водоподготовки).</p> <p>Структура ХТС. Основные типы структур (последовательное, параллельное, обводное (байпасное), обратное (рецикл), комбинационное включения элементов).</p> <p>Формы представления структуры ХТС (функциональная, операторная, структурная, технологическая схемы. Графы).</p>	ПК-1 ПК-4
3	Типы химико-технологических процессов	4	Проектирование технологии реакции	<p>Этапы разработки операционной системы ХТС. Программа работ (схема).</p> <p>Технологический регламент как основной технологический документ, по которому устанавливают спо-</p>	ПК-1 ПК-4 ПК-11

				<p>соб 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-химические свойства системы; контроль производства и управление процессом; основы безопасной эксплуатации; охрана окружающей среды; основные производственные инструкции).</p> <p>Химико-технологический процесс (ХТП) – процесс, протекающий в химическом реакторе.</p> <p>Понятие разработки технологии реакции (поиск оптимальных условий проведения ХТП).</p> <p>Условия проведения процесса – совокупность физических воздействий (факторов) на химически реагирующую систему.</p> <p>Основные технологические критерии: скорость процесса (реакции) <math>r_A</math>, селективность <math>S</math>, конверсия <math>\alpha_A</math>. Математическая модель <math>Y_i=f(F, F_2...F_n)</math>.</p> <p>Технологическая классификация реакций и ее прикладное значение.</p> <p>Разработка технологии гомогенной реакции. Локализация реакции.</p> <p>Способы интенсификации гомогенной реакции (термо-, каталитическая, фотохимическая, плазмохимическая, сонохимическая, механохимическая, криохимическая, радиационно-химическая, электрохимическая, СВЧ-методы активации, ударные волны).</p> <p>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.</p> <p>Разработка технологии обратимой реакции. Разработка технологии гетерогенной реакции. Примеры гетерогенных систем (Г-Ж, Г-Т, Т-Г, Ж-Т и пр.).</p> <p>Локализация реакции Стадийный механизм сопряженных процессов химической реакции и массопередачи.</p> <p>Лимитирующая стадия ХТП.</p> <p>Области протекания гетерогенной реакции (кинетическая, переходная, диффузионная).</p> <p>Определение области протекания гетерогенной реакции.</p> <p>Методы интенсификации реакции в кинетической или диффузионной областях.</p> <p>Скорость массопередачи. Методы интенсификации массопередачи. Топохимические реакции.</p>	
4	Каталитические процессы	2	Промышленный катализ	<p>Основные понятия. Классификация методов каталитической активации.</p> <p><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.</p> <p>Контактный аппарат. Параметры работы. Механизм гетерогенного катализа. Области протекания гетерогенно-каталитического процесса.</p> <p>Классификация гетерогенных катализаторов (тип</p>	ПК-1 ПК-4

				<p>механизма, способ приготовления, состав).</p> <p>Модифицированные, смешанные и катализаторы на носителях.</p> <p><u>Гомогенный катализ.</u></p> <p>Классификация гомогенных катализаторов. Механизм гомогенного катализа.</p> <p>Преимущества и недостатки гомогенных катализаторов по сравнению с гетерогенными.</p> <p>Перспективы развития гомогенного катализа (гетерогенизация, разработка ферментоподобных систем, межфазный катализ).</p> <p>Ферментативный катализ.</p> <p>Строение фермента. Химические свойства ферментов.</p> <p>Асимметричный катализ.</p> <p>Нанокатализ.</p>	
5	ХТС	1	Ресурсы ХТС	<p>Понятие ресурсов как важнейшего элемента ХТС, обеспечивающего переработку сырья в химический продукт.</p> <p>Потребность в ресурсах материальных, энергетических, трудовых, финансовых и фондовых.</p> <p>Классификация сырья (природное, синтетическое, минеральное, растительное, животное и пр.).</p> <p>Выбор и обоснование сырьевой базы производства на основе технологических и экономических критериев.</p> <p>Выбор сырья с позиций использования его энергетического потенциала.</p> <p>Традиционные источники сырья для промышленного органического синтеза.</p> <p>Нефтехимическое сырье (углеводородные газы: природный, попутный, нефтезаводский).</p> <p>Нефть.</p> <p>Углекислотное сырье. Уголь. Основные процессы переработки (коксование, газификация, ожигание). Основные продукты.</p> <p>Лесохимическое сырье. Основа – растительное сырье. Основные продукты.</p> <p>Традиционные источники сырья для промышленного органического синтеза.</p> <p>Горноминеральное сырье. Производство минеральных кислот (азотной, фосфорной, серной, хлороводородной). Производство минеральных удобрений (калийных, азотных, фосфорных), аммиака, хлора.</p> <p>Металлургия. Производство черных (железо, хром, марганец. Сплавы) и цветных (тяжелых, легких, редких, благородных) металлов.</p> <p>Гидроминеральное сырье. Методы извлечения минералов из воды.</p> <p>Нетрадиционные источники сырья. Шельфовые зоны морей и океанов; газогидраты; морские и океанические воды; биомасса, одноклеточные водоросли; вязкие нефти, нефтебитумы, верхние слои земной коры и пр.).</p>	ПК-1 ПК-4
6	Энергетика химической промышленности	0,5	Энергокомплекс ХТС	<p>Состав энергокомплекса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- энергоснабжение (источники энергии, хранилища топлива);</li> <li>- энергопотребление (энергоприемники технологических установок);</li> <li>- устройства для передачи энергии в технологические аппараты (энергокоммуникации, энергоносители, энергоприемники технологических установок).</li> </ul> <p>Энергоносители. Промежуточные энергоносители.</p> <p>Энергоресурсы и потребность ХТС в энергии.</p> <p>Энергоемкость ХТС. Полезное использование энергии. Методы снижения уровня потребления энергии в ХТС.</p>	ПК-1 ПК-4 ПК-11
7	Промышленная экология	0,5	Промышленная экология	<p>Понятие экологии. Понятие экосистемы как единицы жизни с ее составляющими: живым веществом и</p>	ПК-1 ПК-11

				<p>химическим веществом (субстратом гео-, атмо-, гидросферы).</p> <p>Воздействие человеческой деятельности на характеристики качества экосистемы.</p> <p>Основные понятия промышленной экологии (безотходное производство, побочные продукты, отходы производства и потребления, вторичные материальные ресурсы ВМР).</p> <p>Экологическое проектирование ХТС.</p> <p>Решение основных проблем безотходной технологии.</p> <p>Экологическая экспертиза и экологическая оценка.</p> <p>Экологическая оценка проекта</p>	
--	--	--	--	--	--

### 6. Содержание семинарских, практических занятий

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

### 7. Содержание лабораторных занятий

#### 7.1. Для академического бакалавриата.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные закономерности химико-технологического процесса	4	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-1 ПК-4 ПК-11
2	Типы химико-технологических процессов	5	Разработка технологии гетерогенной реакции (установка по окислению парафиновых углеводородов)	<b>Экспериментальная часть практикума – 20 ч:</b> Технологический эксперимент выполняется в течение 4-х занятий для получения значений функции отклика в заданных точках плана (16 ч). Программа коллоквиума посвящена методике разработки ХТП (4 ч). Обсуждаемые проблемы связаны с теоретическими закономерностями изучаемых реакций и их практическим применением в разрабатываемой технологии.	ПК-1 ПК-4 ПК-11
3	Типы химико-технологических процессов	6	Разработка технологии гомогенной реакции (установка по пиролизу углеводородов)	<b>Расчетно-графическая часть практикума- 21 ч:</b> Статистическая обработка результатов эксперимента в форме модели ХТП (3ч). Расчет составов исходных и реакционных смесей (3 ч). Разработка принципиальной технологической схемы в форме функциональной и операторной схем (3 ч).	ПК-1 ПК-4 ПК-11
4	Каталитические процессы	6	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции (установка каталитического риформинга)	Расчет материального баланса процесса. Расчет балансовых характеристик (8 ч). Системный анализ существующей промышленной системы на основе информации о качестве ее функционирования. Выявление недостатков. Поиск путей модификации ХТС и ее элементов в форме собеседования (4 ч).	ПК-1 ПК-4 ПК-11
5	Типы химико-технологических процессов	6	Разработка технологии гетерогенной реакции в системе жидкость-твердое тело (установка по получению кальцинированной соды)	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции (установка по гидролизу целлозольва)	ПК-1 ПК-4 ПК-11
6	Типы химико-технологических процессов	6	Разработка технологии гомогенно-каталитической реакции (установка по гидролизу целлозольва)	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции (установка по гидролизу этилцеллозольва)	ПК-1 ПК-4 ПК-11
7	Типы химико-технологических процессов	6	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции (установка по гидролизу этилцеллозольва)	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции в системе жидкость-жидкость-твердое тело (установка по этерификации)	ПК-1 ПК-4 ПК-11
8	Каталитические процессы	6	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции в системе жидкость-жидкость-твердое тело (установка по этерификации)		ПК-1 ПК-4 ПК-11

#### 7.2. Для прикладного бакалавриата.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные закономерности химико-технологического процесса	4	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-1 ПК-4 ПК-11
2	Типы химико-технологических процессов	7 (5)	Разработка технологии гетерогенной реакции (установка по окислению парафиновых углеводородов)	<b>Экспериментальная часть практикума – 20 ч:</b> Технологический эксперимент выполняется в течение 4-х занятий для получения значений функции отклика в заданных точках плана <b>16 ч.</b> Программа коллоквиума посвящена методике разработки ХТП <b>4 ч.</b> Обсуждаемые проблемы связаны с теоретическими закономерностями изучаемых реакций и их практическим приложением в разрабатываемой технологии.. <b>Расчетно-графическая часть практикума- 24 (15) ч:</b> Статистическая обработка результатов эксперимента в форме модели ХТП <b>4 (2)ч.</b> Расчет составов исходных и реакционных смесей <b>4 (3)ч.</b> Разработка принципиальной технологической схемы в форме функциональной и операторной схем <b>4 (2)ч.</b> Расчет материального баланса процесса. Расчет балансовых характеристик <b>8 (6)ч.</b> Системный анализ существующей промышленной системы на основе информации о качестве ее функционирования. Выявление недостатков. Поиск путей модификации ХТС и ее элементов в форме собеседования <b>4 (2)ч.</b>	ПК-1 ПК-4 ПК-11
3	Типы химико-технологических процессов	6 (5)	Разработка технологии гомогенной реакции (установка по пиролизу углеводородов)		ПК-1 ПК-4 ПК-11
4	Каталитические процессы	6 (5)	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции (установка каталитического риформинга)		ПК-1 ПК-4 ПК-11
5	Типы химико-технологических процессов	6 (5)	Разработка технологии гетерогенной реакции в системе жидкость-твердое тело (установка по получению кальцинированной соды)		ПК-1 ПК-4 ПК-11
6	Типы химико-технологических процессов	6 (5)	Разработка технологии гомогенно-каталитической реакции (установка по гидролизу целлозольва)		ПК-1 ПК-4 ПК-11
7	Типы химико-технологических процессов	6 (5)	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции (установка по гидролизу этилцеллозольва)		ПК-1 ПК-4 ПК-11
8	Каталитические процессы	7 (5)	Разработка технологии гетерогенно-каталитической реакции в системе жидкость-жидкость-твердое тело (установка по этерификации)		ПК-1 ПК-4 ПК-11

Лабораторные занятия по дисциплине «Общая химическая технология» 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 лабораторий модельных установок кафедры общей химической технологии (ауд. А-213).*

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

### 8.1. Для академического бакалавриата.

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	<i>Тема 1. Понятийный аппарат химической технологии</i> Методы стимулирования творческого мышления (классификация, аналогии, мозговая атака). Задачи указанных методов. Понятия системотехники, системного анализа, математического моделирования.	7/4*	подготовка к лабораторным работам	ПК-1
2	<i>Тема 2. Химико-технологические системы</i> Понятие системы. Химико-технологические системы (ХТС). Состав операционной системы. Структура ХТС (элементы и 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.	7/4*	подготовка к лабораторным работам	ПК-1 ПК-4
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.	11/8*	оформление отчета	ПК-1 ПК-4 ПК-11
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.	11/8*	Написание реферата	ПК-1 ПК-4
5	<i>Тема 5. Ресурсы ХТС</i> Нефть. Состав. Классификация нефтепродуктов. Промысловая	7/4*	подготовка к письменному опросу	ПК-1 ПК-4

	<p>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.</p> <p>ВТ: сырье – мазут. Основные дистилляты (вакуумный газойль, веретенный, машинный, цилиндрический дистилляты. Остаток – гудрон. Основные направления использования.</p> <p>Глубокая переработка нефти. Краткая характеристика топлив (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут).</p> <p>Нефтехимическое сырье. Нефтяные фракции и углеводородные газы.</p> <p>Нефтепереработка. Процессы каталитические, термические.</p> <p>Каталитические процессы нефтепереработки (каталитический крекинг, каталитический риформинг, изомеризация, гидрокрекинг, дегидрирование, алкилирование). Продукты. Направление использования.</p> <p>Термические процессы нефтепереработки: термокрекинг, висбрекинг, пиролиз, коксование. Продукты. Направление использования.</p> <p>Углеводородные газы. Классификация (природный, попутный, нефтезаводский газы). Состав. Основные направления переработки.</p> <p>Углекислотное сырье. Уголь. Основные процессы углеродной переработки (коксование, газификация, ожижение). Основные направления использования продуктов углеродной переработки.</p> <p>Лесохимическое сырье. Основа – растительное сырье (древесина, сельскохозяйственные культуры). Состав (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза). Методы переработки. Продукты. Направления использования.</p> <p>Горнохимическое сырье. Методы обогащения. Флотация. Основные продукты (минералы, минеральные кислоты, минеральные соли, минеральные удобрения).</p> <p>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.</p> <p>Наземные воды (морские, океанические). Методы извлечения минералов из воды (реактивные, сорбционные на ионообменных смолах, экстракционные, электрохимические, флотационные, комплексобразующие, мембранные).</p> <p>Подземные воды (подземные рассолы, промышленные стоки, пластовые воды нефтедобычи). Извлечение йода, магния из пластовых вод.</p>			
6	<p><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. Градирня.</p>	7/4*	подготовка к устному опросу	ПК-1 ПК-4 ПК-11
7	<p><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.</p>	5/2*	подготовка к устному опросу	ПК-1 ПК-11

	<p>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.</p>			
8	<p><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 структур тепловых схем. Теплотехнические связи. Структура теплотехнических схем. Критерии оптимизации структуры тепловых связей. Основные правила проектирования тепловых связей.</p>	13/10*	подготовка к устному опросу	ПК-1 ПК-4 ПК-11
9	<p><i>Тема 9. Анализ ХТС</i> Основные методы анализа ХТС. Краткое описание сущности каждого метода (системный, энергетический, эксергетический методы анализа; энергоаудит). 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.).</p>	13/10*	Написание реферата	ПК-1 ПК-4 ПК-11

## 8.2. Для прикладного бакалавриата.

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	<p><i>Тема 1. Понятийный аппарат химической технологии</i> Методы стимулирования творческого мышления (классификация, аналогии, мозговая атака). Задачи указанных методов. Понятия системотехники, системного анализа, математического моделирования.</p>	2/(3)	подготовка к лабораторным работам	ПК-1
2	<p><i>Тема 2. Химико-технологические системы</i> Понятие системы. Химико-технологические системы (ХТС). Состав операционной системы. Структура ХТС (элементы и 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.</p>	3/(4)	подготовка к лабораторным работам	ПК-1 ПК-4
3	<p><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, нелиней-</p>	4/(7)	оформление отчета	ПК-1 ПК-4 ПК-11



	ность). Разработка принципиальной технологической схемы на основе технологического эксперимента.			
4	<p><i>Тема 4. Промышленный катализ</i></p> <p>Классификация катализаторов по категории «состав» (модифицированные, смешанные, на носителях).</p> <p>Цеолиты.</p> <p>Классификация катализаторов по категории «способ приготовления» (соосажденные, нанесенные, плавленые, мембранные, скелетные, привитые, органические, природные, коллоидные, нанокатализаторы).</p> <p>Носители. Рекомендации по разработке промышленного катализатора.</p> <p>Гомогенный катализ. Классификация гомогенных катализаторов (кислотный, основной, металлокомплексный, ферментативный). Понятие «кластер».</p> <p>Преимущества и недостатки гомогенных катализаторов перед гетерогенными.</p> <p>Ферментативный катализ. Классификация ферментов. Химические свойства ферментов. Строение ферментов.</p> <p>Перспективы развития гомогенного катализа (гетерогенизация, разработка ферментоподобных систем, иммобилизация ферментов, биомиметика). Межфазный катализ.</p>	6/(8)	Написание реферата	ПК-1 ПК-4
5	<p><i>Тема 5. Ресурсы ХТС</i></p> <p>Нефть. Состав. Классификация нефтепродуктов. Промысловая подготовка нефти. Прямая гонка (АТ и ВТ).</p> <p>АТ: сырье: обессоленная, обезвоженная нефть. Основные дистилляты: газовый бензин, бензиновая, керосиновая, дизельная фракции. Остаток – мазут. Основные направления использования.</p> <p>ВТ: сырье – мазут. Основные дистилляты (вакуумный газойль, веретенный, машинный, цилиндрический дистилляты. Остаток – гудрон. Основные направления использования.</p> <p>Глубокая переработка нефти. Краткая характеристика топлив (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут).</p> <p>Нефтехимическое сырье. Нефтяные фракции и углеводородные газы.</p> <p>Нефтепереработка. Процессы каталитические, термические.</p> <p>Каталитические процессы нефтепереработки (каталитический крекинг, каталитический риформинг, изомеризация, гидрокрекинг, дегидрирование, алкилирование). Продукты. Направление использования.</p> <p>Термические процессы нефтепереработки: термокрекинг, висбрекинг, пиролиз, коксование. Продукты. Направление использования.</p> <p>Углеводородные газы. Классификация (природный, попутный, нефтезаводский газы). Состав. Основные направления переработки.</p> <p>Углехимическое сырье. Уголь. Основные процессы углеродной переработки (коксование, газификация, ожижение). Основные направления использования продуктов углеродной переработки.</p> <p>Лесохимическое сырье. Основа – растительное сырье (древесина, сельскохозяйственные культуры). Состав (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза). Методы переработки. Продукты. Направления использования.</p> <p>Горнохимическое сырье. Методы обогащения. Флотация. Основные продукты (минералы, минеральные кислоты, минеральные соли, минеральные удобрения).</p> <p>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.</p> <p>Наземные воды (морские, океанические). Методы извлечения минералов из воды (реактивные, сорбционные на ионообменных смолах, экстракционные, электрохимические, флотационные, комплексобразующие, мембранные).</p> <p>Подземные воды (подземные рассолы, промышленные стоки, пластовые воды нефтедобычи). Извлечение йода, магния из</p>	2/(3)	подготовка к письменному опросу	ПК-1 ПК-4

	пластовых вод.			
6	<p><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.</p>	2/(3)	подготовка к устному опросу	ПК-1 ПК-4 ПК-11
7	<p><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.</p>	1/(2)	подготовка к устному опросу	ПК-1 ПК-11

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Общая химическая технология» используется рейтинговая система.

Усвоение учебного материала контролируется по всем видам учебных занятий: лабораторному практикуму и лекционному курсу.

Сумма баллов, выставляемых студентам в процессе изучения ими курса «Общей химической технологии» составляет **100**.

Распределение баллов по текущему контролю представлено в таблице.

### Максимальные оценки знаний по всем видам занятий

Вид учебного занятия	Оценка контрольной точки	Количество контрольных точек
1. Лекции	<b>15</b>	
1.1. Контроль за усвоением учебного материала	5	9
1.2. Контроль СРС	10	9
2. Лабораторные занятия	<b>45</b>	3
2.1. Коллоквиум по проблемам разработки ХТП	7	1
2.2. Выполнение технологического эксперимента	3	4
2.3. Статистическая обработка результатов эксперимента в форме экспериментальной модели ХТП	5	1
2.4. Расчет материального баланса ХТП и балансовых характеристик эффективности его функционирования (контрольная работа)	17	1
2.5. Представление структуры ХТП в форме функциональной и операторной схем	3	1

2.6. Системный анализ существующей промышленной системы на основе информации о качестве ее функционирования	4	1
2.7. Домашняя работа по поиску путей модернизации промышленной ХТС или ее элементов (реферат)	6	1
<b>ИТОГО:</b>	<b>60</b>	

К зачету с оценкой/экзамену\* допускаются студенты, прошедшие контрольные точки.

Для студентов сдающих зачет с оценкой предусмотрено итоговое тестирование, по результатам которого они могут набрать от 24 до 40 баллов.

Студенты, сдающие экзамен\* могут набрать на экзамене от 24 до 40 баллов.

Рейтинговую оценку за усвоение учебного материала по курсу ОХТ получают путем суммирования баллов, полученных при выполнении всего объема работ. Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от 87 до 100 баллов, оценка «хорошо» - от 73 до 87 баллов, оценка «удовлетворительно» - от 60 до 73 баллов, оценка «неудовлетворительно» - от 0 до 60 баллов

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Общая химическая технология» 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.Харлампыди. – СПб.: Лань, 2013. 448 с.	100 экз. УНИЦ КНИТУ <a href="http://e.lanbook.com/book/37357">http://e.lanbook.com/book/37357</a> 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.Харлампыди. – СПб.: Лань, 2014. 384 с.	100 экз. УНИЦ КНИТУ <a href="http://e.lanbook.com/book/45973">http://e.lanbook.com/book/45973</a> 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.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/79331">https://e.lanbook.com/book/79331</a> Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

### 10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

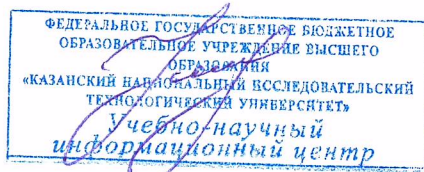
Дополнительные источники информации	Количество экз.
1. Бесков В.С. Общая химическая технология. М: ИКЦ «Академкнига» 2006. 452 с.	25 Экз. УНИЦ КНИТУ
2. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов. Уч. Пособие. М.: «Логос» 2012. 304 с.	В ЭБ УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Zakgeym_obhim_tehn.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Zakgeym_obhim_tehn.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ
3. Преображенская Т.Н., Харлампыди 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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Preobrazhenskaya_physics_methods_intensification_HP.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Preobrazhenskaya_physics_methods_intensification_HP.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ
4. Кузнецова И.М., Чиркунов Э.В., Харлампыди 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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Kuznetsova_razrab_tech_gas_liquid.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Kuznetsova_razrab_tech_gas_liquid.pdf</a> 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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Daxnawi_etercpkarbk.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Daxnawi_etercpkarbk.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ
6. Галимов Р.А., Гайфуллин АА., Харлампыди 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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/okislenie_alkanov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/okislenie_alkanov.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ
7. Кузнецова И.М., Харлампыди 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 «Общая химическая технология» 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 «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
5. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
6. ЭБС Библиокомплектатор – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/>
7. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
8. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>
9. ЭЧЗ «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
10. ЭБС «Консультант студента»- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
11. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>
12. ЭБС «Book.ru» - Режим доступа <https://www.book.ru/>
13. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – режим доступа: <https://biblioclub.ru>

Согласовано:  
Зав. сектором ОКУФ



## **11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины «Общая химическая технология»**

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)**

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

### **1. Лекционные занятия:**

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

### **2. Лабораторные работы**

- a. 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.
- b. шаблоны отчетов по лабораторным работам приведены в методических указаниях к практикуму,
- c. лабораторные занятия обеспечены пакетами ПО MSWord, MSExcel, MSPowerPoint и специализированными ПО ChemCAD, MSVisio.

### **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**

Интерактивные часы, предусмотренные учебным планом проводятся в формах: интерактивная (проблемная) лекция; бинарная лекция (лекция–диалог); деловая игра; моделирование производственных процессов и ситуаций; публичная презентация проекта; работа в малых группах.