

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины**

**Химическая технология**

Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Томск – 2015

## 1. Код и наименование дисциплины (модуля) Б1.Б.18 Химическая технология

### 2. Цель изучения дисциплины (модуля)

**Цель курса:** изучение теоретических основ химической технологии, общей химической технологии, освоение принципов системного подхода к описанию химического производства

### 3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

4 год, 7 семестр.

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, из которых 96 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа – занятия лекционного типа, 32 часа – занятия семинарского типа, 32 часа – лабораторных работ) 36 часов на подготовку к экзамену, 48 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

### 5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программ

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1 способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	З (ОПК-1) Знать теоретические основы химической технологии, теории физического моделирования процессов и явлений. У (ОПК-1) – Уметь: - выполнять стандартные действия (составлять материальный баланс работы аппарата, химико-технологической установки) с учетом основных принципов, формулируемых в рамках химической технологии - решать типовые задачи по химической технологии (расчет простых задач тепло и массопереноса, оценки работы химических реакторов с идеальной структурой потока.
ОПК-2 владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	З(ОПК-2) Знать правила техники проведения лабораторных работ, правила техники безопасности и оказания первой помощи У (ОПК-2) – I Уметь проводить химический эксперимент по предлагаемой методике

### 6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа
		лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
				Коллоквиум, ЗИЗ	

Химическая технология как наука. Основные понятия и законы химической технологии	8	2	4			2
Теоретические основы химической технологии	46	14	16	-	4	12
Общая химическая технология	48	12	4	14	2	16
Важнейшие группы химических производств Материалы и новые технологии	42	4	2	16	2	18
Подготовка к экзамену	36					36
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>48 +36</b>

## **6.2. Содержание дисциплины**

### **Модуль 1. Химическая технология как наука. Основные понятия и законы химической технологии. Материальный баланс**

Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем ресурсо- и энергосбережения, обеспечения безопасности химических производств, защиты окружающей среды. Использование законов сохранения массы и энергии, законов химической кинетики и термодинамики в технологических расчетах. Расчет материального баланса.

### **Модуль 2. Теоретические основы химической технологии**

Макроскопическая теория физико-химических явлений – теоретическая база химической технологии. Основные макроскопические переменные параметры, характеризующие перенос вещества, импульса и энергии. Обобщенная форма дифференциальных уравнений баланса, связывающих функции плотности потока и источника субстанции. Конвективный и кондуктивный перенос субстанции. Характеристика коэффициентов переноса в различных средах. Частные формы дифференциальных уравнений баланса вещества, импульса и энергии.

Гидравлика. Основы гидростатики. Закон Паскаля и его применение. Гидравлические процессы. Гидродинамика: основные понятия и определения. Реологические свойства жидких фаз. Стационарные и нестационарные потоки. Характеристики ламинарных и турбулентных течений. Дифференциальные уравнения движения сплошных сред. Уравнение Бернулли. Приложение уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости. Уравнения Навье-Стокса.

Теория подобия как основа моделирования. Теоремы подобия. Подобное преобразование дифференциальных уравнений. Гидродинамическое подобие. Общий вид критериального уравнения. Применение законов гидравлики сплошных сред в химической технологии.

Тепловые процессы в химической технологии. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Уравнения теплопереноса. Теплообменные аппараты. Коэффициенты теплопереноса: полуэмпирические критериальные соотношения. Пути интенсификации процессов теплообмена и повышение их эффективности.

Массообменные процессы. Основные принципы массообменных процессов в гетерогенных системах. Равновесные, кинетические и механические факторы в организации процессов межфазного массообмена. Движущая сила массообменных процессов. Моделирование процесса абсорбции. Коэффициенты массопереноса: полуэмпирические критериальные соотношения. Расчет и устройство абсорберов. Аппаратурное оформление и моделирование процессов разделения смесей веществ методом ректификации. Расчет требуемой высоты ректификационной колонны для заданной степени разделения в стационарном режиме работы. Мембранная технология разделения смесей веществ. Равновесные и кинетические факторы, определяющие эффективность мембранного разделения. Конструкция мембранных аппаратов.

### **Модуль 3. Общая химическая технология.**

Сырьевая и энергетическая база химических производств. Материальные и энергетические балансы технологических систем. Показатели расхода различных видов сырья. Относительный выход продукта. Интегральная и дифференциальная селективность. Коэффициенты преобразования энергии. Термодинамическая неравноценность различных форм энергии. Эксергия как мера потенциальной

работоспособности системы. Уравнение баланса эксергии. Связь между потерями эксергии и производством энтропии. Коэффициенты преобразования эксергии.

Основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов. Комплексное использование сырья. Рециклы веществ и материалов. Энерготехнологические схемы производств.

Вода как сырье и компонент химического производства. Промышленная водоподготовка.

*Химические реакторы.* Основные типы химических реакторов, примеры их использования в технологии важнейших химических продуктов. Кинетические модели химических реакций и моделирование химических реакторов. Уравнение материального баланса химического реактора. Реакторы с идеальной структурой потока. Критерии оценки эффективности и выбора типа реактора. Каскад реакторов. Реактора с неидеальной структурой потока. Диффузионная и ячеечная модель химического реактора. Роль функции распределения времени пребывания для описания работы действующего реактора.

Гетерогенно-каталитические процессы в химической промышленности Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов. Типы промышленных каталитических реакторов и структура протекающих в них процессов. Математическое моделирование и оптимизация каталитических реакторов.

Химическое производство как сложная система. Многоуровневая структура технологических систем: молекулярные процессы – макрокинетика – аппараты – производства – глобальные проблемы развития техносферы. Основные этапы создания химико-технологических систем (ХТС); принципы и стратегия системного подхода. Роль математического моделирования в решении задач проектирования и эксплуатации ХТС. Химико-технологические процессы как объект управления. Входные и выходные параметры системы, параметры состояния, конструкционные и управляющие параметры; функциональный оператор системы.

Экономические показатели эффективности химических производств. Основные производственные фонды, оборотные средства и трудовые ресурсы производств. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Себестоимость продукции, прибыль и ценообразование в химической промышленности.

#### **Модуль 4. Важнейшие группы химических производств. Материалы и новые технологии.**

*Технология связанного азота.* Альтернативные варианты перспективного решения связывания атмосферного азота. Структура современного производства аммиака из природного газа. Современная технологическая схема производства азотной кислоты. Технологические решения, способствующие высокому выходу продукта. Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака, оксидов азота и их абсорбции. Каталитическое обезвреживание отходящих газов. Сопряженные с синтезом аммиака производства – получение нитрата аммония и карбамида. Технологические схемы, свойства продуктов и области их применения.

*Переработка фосфорсодержащего сырья.* Виды фосфорсодержащего сырья. Различия минералогического состава и свойств, определяющие выбор способа технологической переработки: кислотного, термического, гидротермического. Современное состояние производства и потребления фосфора и фосфорных кислот. Электротермический способ получения элементарного фосфора. Физико-химические основы разложения природных фосфатов серной, азотной кислотами. Экстракционная фосфорная кислота, как основа производства минеральных удобрений. Состав и

концентрация образующейся фосфорной кислоты в зависимости от температуры и способа разложения апатита. Выделение и утилизация фтористых газов. Фосфогипс – отход производства экстракционной фосфорной кислоты – потенциальный источник сырья для получения серной кислоты и построения замкнутых циклов в производстве удобрений.

*Производство серной кислоты.* Современное состояние производства серной кислоты из различных видов сырья. Физико-химические основы производства серной кислоты из серосодержащих руд. Особенности технологических схем и аппаратного оформления. Экологические проблемы в сернокислотном производстве.

*Производство солей и удобрений.* Основы технической переработки природных рассолов и твердых солей. Физико-химические основы процессов растворения и кристаллизации солей. Производство калийных солей. Схемы и аппараты для получения хлористого калия из сильвинита. Синтез мочевины. Технологические условия и схемы производства. Процессы производства концентрированных удобрений.

*Электрохимические производства.* Технологические особенности процессов электролиза водных растворов и расплавов солей, Типы промышленных электролизеров: с твердым катодом (диафрагменный и мембранный); с ртутным катодом; для электролиза расплавов хлоридов щелочных металлов.

Электрохимическое получение водорода. Уровень энергозатрат электрохимических производств и их доля в себестоимости продукции.

*Металлургия.* Типы пиро- и гидрометаллургических процессов. Производство чугуна. Процессы выплавки стали. Ферросплавы и специальные сплавы. Производство и применение алюминия, титана и меди и других металлов.

*Производство редких и радиоактивных элементов и веществ высокой чистоты.* Производство урана, плутония и их изотопов. Основные процессы получения веществ высокой чистоты ионообменными, дистилляционными, электрохимическими и другими методами.

*Технология силикатов и вяжущих веществ.* Производство стекла. Основные виды стекла и их назначение. Процессы варки стекла. Химические стекла, эмали, ситаллы, пеностекло, стекловолокно, керамика разного функционального назначения.

*Переработка углеродсодержащего сырья.* Использование нефти, природного газа и угля в качестве сырья химических производств. Переработка сырья на синтез-газ, парафины ароматические углеводороды.

Переработка нефти. Первичные и вторичные процессы нефтепереработки. Крекинг. Производство углеводородов. Термический и термоокислительный пиролиз газообразных и жидких углеводородов.

*Технология высокомолекулярных соединений.* Пластмассы, каучуки, химические волокна и полимерные композиционные материалы. Поликонденсационные процессы и их технологическое оформление. Фенолоформальдегидные, наволачные и резольные смолы. Кремний-органические полимеры.

*Биотехнология.* Роль химической технологии в организации биотехнологических производств. Биотехнология – перспективное направление технологии, базирующейся на достижениях генной инженерии, промышленной микробиологии и биокатализа. Технология рекомбинантных ДНК и производство белков. Биотехнология в решении проблем фиксации азота в почвах, добычи цветных металлов, переработки биомассы, очистки сточных вод.

Химическая технология и материаловедение. Современная систематика материалов

по составу, свойствам и функциональному назначению. Материалы как важная категория продуктов химической технологии. Главные эксплуатационные свойства материалов. Ресурс материалов – один из важнейших технологических критериев. Приоритетные направления и методология создания новых материалов с заданными свойствами.

Функциональные материалы в химической технологии: мембраны, катализаторы, адсорбенты, электроды, сенсоры, покрытия и др. Конструкционные материалы в химической технологии. Материал как фактор, лимитирующий применение экстремальных физических воздействий в технологии. Химическое сопротивление металлических и неметаллических материалов. Методы защиты металлов и сплавов от коррозии. Основные виды неметаллических конструкционных материалов; полимеры и специальная керамика как альтернатива традиционным конструкционным материалам. Роль новых материалов в синтезе эффективных технологических схем и интенсификации технологических процессов.

Наукоёмкие технологии – технологии будущего. Термодинамически совершенные энерготехнологические процессы, управление реакционной способностью веществ, селективный катализ, использование сверхкритических сред, нанотехнологии и создание наноматериалов. СВС-синтез, криотехнологии, золь-гель технологии.

### **6.3. Форма промежуточной аттестации Зачет и экзамен**

#### **7. Ресурсное обеспечение:**

##### 7.1 Перечень основной учебной литературы.

1. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебно-методическое пособие / Том. гос. ун-т ; [сост.: Л. А. Егорова, Л. Н. Мишенина, С. А. Галанов]. - Томск : [б. и.], 2013. - 42 с.: ил. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000462861>
2. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : [учебное пособие по курсам "Общая химическая технология" и "Моделирование химико-технологических процессов" для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Химическая технология и биотехнология" и "Материаловедение"] / А. Ю. Закгейм. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Логос, 2009. - 302 с.: ил. - (Новая университетская библиотека)
3. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: [учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов] / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под ред. П. Г. Романкова. - Изд. 10-е, перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2013. - 575 с.: рис., табл.
4. Общая химическая технология : учебное пособие / Г. М. Давидан, А. Г. Нелин, Л. Н. Олейник, Е. Д. Скутин ; Ом. гос. техн. ун-т. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. - 261 с.: рис., табл.

##### 7.2 Перечень дополнительной учебной литературы

1. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : [учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям : в 2 кн. Кн. 1 / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др. ] ; под ред. В. Г. Айнштейна. - М. : Логос [и др.], 2006. - 887, XXII с.: ил.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : [учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям : в 2 кн. Кн. 2 / [В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др. ] ; под ред. В. Г. Айнштейна. - М. :

- Логос [и др.], 2006. - с. 891-1757,[1]: ил.- (Новая университетская библиотека)
3. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М. Общая химическая технология - М.: ИКЦ «Академкнига». 2007.
  4. Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии. – М.: ИКЦ «Академкнига. 2006.
  5. Химическая технология неорганических веществ : [Учебное пособие для вузов по специальности "Химическая технология неорганических веществ" направления подготовки дипломированных специалистов "Химическая технология неорганических веществ и материалов" : В 2 кн. Кн. 1 / Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др. ]; Под ред. Т. Г. Ахметова. - М. : Высшая школа, 2002. - 687, [1] с.: ил.
  6. Химическая технология неорганических веществ : [Учебное пособие для вузов по специальности "Химическая технология неорганических веществ" направления подготовки дипломированных специалистов "Химическая технология неорганических веществ и материалов" : В 2 кн. . Кн. 2 / Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др. ]; Под ред. Т. Г. Ахметова. - М. : Высшая школа, 2002. - 532, [4] с.: ил.
  7. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : Учебник для вузов: В 2-х кн. Ч. 1.,ч.2. - 2-е изд. - М. : Химия, 1995.
  8. Павлов К.Ф., Романков П.Г. и др. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии Л.: Химия. 1987г.

### 7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Харлампида Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов 2013г.

Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: в 2 книгах 2014г.

Кузнецова И.М., Харлампида Х. Э., Иванов В.Г., Чиркунов Э.В. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС 2014г.

## 8. Преподаватель

Автор, канд. хим. наук, доцент Л.А.Егорова