

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета  
«Химический»

\_\_\_\_\_ В.В. Авдин

\_\_\_\_\_ 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

вступительных испытаний в магистратуру  
(блок проверки профессиональных компетенций)  
по направлению 18.04.01 «Химическая технология»

программа — Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов  
программа — Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

**форма обучения**

очная

**кафедра-разработчик**

«Химическая технология»

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 18.04.01 утверждённым приказом Минобрнауки от 22.12.09, № 792. Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химическая технология» протокол от 03.06.15 № 8

Зав. кафедрой разработчика,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_

Б.Ш. Дыскина

Учёный секретарь кафедры,  
к.х.н., доцент

\_\_\_\_\_

Т.В. Варламова

Разработчик программы,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Г.А. Лысова

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. выпускающей кафедрой «Химическая технология»  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_

Б.Ш. Дыскина

Челябинск 2015

## Введение

Программа вступительных испытаний для поступления в магистратуру по направлению 18.04.01 – «Химическая технология»

Поступающий в магистратуру по магистерской программе «Химическая технология» должен показать владение знаниями пакета дисциплин, входящих в рамки профессиональных компетенций направления подготовки бакалавриата 18.04.01 – «Химическая технология» по следующим вопросам основных разделов:

### **Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии»**

Классификация химико-технологических процессов.

Направления совершенствования химических производств. Основные этапы научного исследования и проектирования в химической области. Экономические проблемы внедрения результатов физико-химических исследований, а также проектирования, строительства и эксплуатации химических производств.

Основные закономерности процессов химической технологии. Применение основных физико-химических законов при рассмотрении процессов и аппаратов химической технологии. Основы теории переноса вещества и энергии. Материальный баланс. Энергетический баланс. Условия равновесия. Скорость процесса. Основное кинетическое уравнение химико-технологического процесса, входящие в него величины. Определение направления и движущей силы процесса. Константа скорости процесса. Поверхность соприкосновения фаз. Общие методы расчета химической аппаратуры. Характеристические уравнения пребывания частиц в аппаратах идеального вытеснения и полного смешения. Физическое и математическое моделирование процессов переноса вещества и энергии. Критерии подобия и соответствующие им уравнения. Системы размерностей.

Гидромеханические процессы и аппараты. Гидромеханические процессы. Гидравлика: гидростатика и гидродинамика. Основные физические свойства жидкостей. Идеальная и реальная жидкость. Вязкие, неньютоновские (пластичные) и псевдопластичные жидкости.

Гидростатика. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Гидростатическое давление. Практические приложения основного уравнения гидростатики (закона Паскаля).

Гидродинамика. Материальный баланс потока (уравнения неразрывности потока). Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Энергетический баланс потока (уравнение Бернулли). Режимы движения вязкой жидкости.

Элементы теории подобия гидромеханических процессов. Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости (уравнения Навье-Стокса). Критерии подобия, их физический смысл. Преобразование уравнений Навье-Стокса методами теории подобия.

Движение жидкостей по трубопроводам. Возникновение сопротивления при движении реальной жидкости. Потери напора (давления) на трение о стенки и на местные сопротивления при изменении направления или скорости потока. Полная потеря напора.

Истечение жидкостей через отверстия и водосливы. Пленочное течение жидкостей. Движение тел в жидкости. Движение жидкостей через зернистый и пористый слой. Гидравлика кипящего (псевдооживленного) слоя.

Механические процессы с участием твёрдых материалов, а также перемещение жидкостей и газов насосами; разделение жидких неоднородных систем отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием; очистка газов; перемешивание жидких сред более подробно рассматриваются в программах курсов специальных дисциплин.

Тепловые процессы и аппараты. Основные тепловые процессы в химической технологии. Теплоносители. Передача тепла непосредственным соприкосновением теплоносителей. Передача тепла через стенку. Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Способы переноса тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение (лучеиспускание). Температурное поле и температурный градиент.

Тепловой (энергетический) баланс: уравнение теплового баланса, определение тепловой нагрузки при нагревании и охлаждении без изменения агрегатного состояния, определение тепловой нагрузки при изменении агрегатного состояния. Уравнения передачи тепла: уравнение теплопередачи, уравнение теплопроводности, уравнение передачи тепла конвекцией. Потери тепла в окружающую среду. Теплопередача и теплоотдача.

Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Передача тепла через плоскую и цилиндрическую стенки, уравнения теплопроводности. Теплопроводность однослойных и многослойных стенок при установившемся тепловом потоке.

Конвекция. Тепловой пограничный слой. Уравнение Фурье-Кирхгофа. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии подобия. Теплоотдача при вынужденной конвекции и при свободной (естественной) конвекции. Теплоотдача при конденсации пара. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплопередача при непосредственном соприкосновении теплоносителей.

Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен лучеиспусканием между телами. Лучеиспускание газов. Совместная передача тепла конвекцией и лучеиспусканием (радиационно-конвективная).

Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила и общее термическое сопротивление. Средний температурный напор при различных направлениях движения теплоносителей. Определение температур стенок.

Нагревание и охлаждение. Способы нагревания и охлаждения. Требования, предъявляемые к теплоносителям, сравнительные характеристики теплоносителей и области их применения. Устройство теплообменных аппаратов. Сравнение и выбор теплообменных аппаратов. Эксплуатация теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов. Расчет теплообмена при конденсации пара. Периодический процесс теплообмена. Теплообмен в кипящем (псевдооживленном) слое. Регенеративные и смесительные теплообменные аппараты.

Выпаривание. Способы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов. Эксплуатация выпарных аппаратов. Расчет выпарных аппаратов. Многокорпусные выпарные установки. Расчет многокорпусной выпарной установки. Выпарные установки с тепловым насосом. Создание вакуума в выпарных установках.

Кристаллизация. Равновесие при кристаллизации. Материальный и тепловой балансы процесса. Кинетика кристаллизации. Разделение смесей кристаллизацией. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Расчет кристаллизаторов. Кристаллизация расплавов.

Массообменные процессы и аппараты. Основные массообменные процессы в химической технологии. Статика массообменных процессов. Способы выражения состава фаз. Равновесие между фазами. Материальный баланс процессов массообмена. Кинетика массообменных процессов. Массопередача и массоотдача. Уравнение массопередачи. Процесс массообмена между фазами: молекулярная диффузия; конвективная диффузия; массообмен с участием твердой фазы. Связь коэффициента массопередачи и коэффициентов массоотдачи. Подобие массообменных процессов. Средняя движущая сила и методы расчета процессов массопередачи: среднелогарифмическая движущая сила; число единиц переноса; высота единицы переноса.

Абсорбционные процессы и аппараты. Физические основы процесса абсорбции. Устройство абсорберов. Десорбция. Схемы абсорбционных установок. Расчет насадочных абсорберов. Расчет барботажных абсорберов.

Экстракционные процессы и аппараты. Физические основы процесса экстракции. Устройство экстракторов. Схемы экстракционных установок. Сравнение и выбор экстракторов. Расчет экстракторов.

Процессы перегонка и ректификации, аппаратурное оформление. Основные свойства смесей жидкостей и их паров. Материальный и тепловой балансы процесса ректификации. Схемы ректификационных установок. Устройство ректификационных аппаратов. Эксплуатация ректификационных установок. Ректификация сжиженных газов. Расчет ректификационных колонн. Простая перегонка. Специальные виды перегонки.

Адсорбционные процессы. Теория адсорбции. Устройство адсорберов. Расчет адсорберов.

Процессы сушки. Статика сушки. Свойства влажного газа (воздуха). I – x-диаграмма влажного воздуха. Материальный и тепловой балансы процесса сушки. Изображение процесса сушки на I – x-диаграмма. Схемы сушки. Кинетика сушки. Устройство сушилок. Сравнение и выбор сушилок. Расчет сушилок. Специальные способы сушки.

Мембранные процессы и аппараты. Мембранные процессы (баромембранные, дифузионномембранные, электромембранные) и рациональные области их применения. Типы мембран. Основные представления о механизмах мембранного разделения. Основные конструкции мембранных аппаратов (плоскокамерные, рулонные, трубчатые, половолоконистые). Сравнение характеристик и выбор мембранных аппаратов.

#### **Рекомендуемая литература**

Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – 9-е изд. - М.: Химия, 1973. – 750 с.

Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии / Ю.И. Дытнерский. – Т. 1,2. – М.: Химия, 1992.

Основные процессы и аппараты (пособие по проектированию) / Под. ред. Ю.И. Дытнерского. – 2-е изд. - М.: Химия, 1992. – 272 с.

Павлов, К.Ф., Романков, П.Г., Носков, А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – 10-е изд. - Л.: Химия, 1987. – 560 с.

Гельперин, Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии (серия «Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии») / Н.И. Гельперин. – М.: Химия, 1981. – В двух книгах. – 812 с.

Коган, В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии / В.Б. Коган. – Л.: Химия, 1977. – 592 с.

Массопередача: Пер. с англ. / Под ред. В.А. Малюсова. – М.: Химия, 1982. – 696с.

Дытнерский, Ю.И., Брыков, В.П., Каграманов, Г.Г. Мембранное разделение газов / Ю.И. Дытнерский, В.П. Брыков, Г.Г. Каграманов. – М.: Химия, 1991. – 360с.

#### **Дисциплина «Поверхностные явления и дисперсные системы»**

Коллоидная химия – наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Связь коллоидной химии со смежными науками. Основные особенности дисперсных систем – гетерогенность и большая удельная поверхность. Поверхностные явления – результат межфазного взаимодействия. Основные поверхностные явления и свойства: адгезия и смачивание, капиллярность, адсорбция, электрокапиллярные и электрокинетические явления и т.д. Количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Классификация свободнодисперсных систем по размерам частиц. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Роль поверхностных явлений в природе и народном хозяйстве.

Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Свойства поверхностей твердых и жидких тел. Внутренняя (полная) удельная поверхностная энергия. Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.

Адсорбция и поверхностное натяжение: связь адсорбции с параметрами системы (изотерма, изопикна, изостера); методы термодинамического описания поверхностных явлений (метод конечной толщины, метод поверхностных избытков Гиббса); фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса; гиббсовская адсорбция; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей: когезия и адгезия, механизм адгезии, уравнение Дюпре; смачивание и краевой угол; уравнение Юнга; связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга); смачивание реальных тел; влияние ПАВ на смачивание; растекание жидкостей; межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова; флотация.

Дисперсность и термодинамические свойства тел: дисперсность и правило фаз Гиббса; влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа); поверхностная энергия и равновесные формы тел (принцип Гиббса – Кюри, закон Вульфа); капиллярные явления; зависимость реакционной способности от дисперсности (уравнении капиллярной конденсации Кельвина) влияние дисперсности на растворимость, константу химического равновесия, температуру фазового перехода;

Адсорбционные равновесия. Механизмы адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция, ионный обмен). Природа адсорбционных сил. Уравнение потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела.

Адсорбция газов и паров на однородной поверхности: закон Генри, уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра; распределение адсорбционных центров по энергиям, уравнение Фрейндлиха; теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах: классификация пор по Дубинину и теории адсорбции; теория капиллярной конденсации, капиллярно-конденсационный гистерезис; распределение объема пор по размерам; теория объемного заполнения пор (теория Поляни). Общее уравнение теории объемного заполнения пор Дубинина (применение распределения Вейбулла для адсорбционного объема по потенциалу), частный случай (распределение Гаусса) – уравнение Дубинина-Радушкевича для активных углей; влияние структуры пористого тела на адсорбцию; энергетические параметры адсорбции.

Обменная молекулярная адсорбция из растворов. Адсорбция ПАВ, правило Траубе, зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ (уравнение Шишковского), уравнения состояния поверхностных пленок, типы поверхностных пленок.

Классификация ионитов, методы получения, физико-химические характеристики (полная и динамическая обменные емкости, набухаемость, селективность). Уравнение и константа равновесия ионного обмена (уравнение Никольского).

Электрические явления на поверхности. Механизм образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением ДЭС (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые. Определение параметров ДЭС по электрокапиллярным кривым

Теории строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузного слоя ДЭС и его решение (уравнение Гуи-Чепмена). Влияние различных факторов на толщину диффузного слоя. Емкость ДЭС. Теория Штерна, перезарядка поверхности. Строение мицеллы.

Четыре вида электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал, влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением.

Кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Седиментационный анализ: связь размеров частиц со скоростью их осаждения, условия соблюдения закона Стокса, анализ

полидисперсных систем (кривая седиментации, кривые распределения частиц по размерам). Броуновское движение: связь между средним сдвигом частиц и коэффициентом диффузии (уравнение Эйнштейна-Смолуховского), следствия из теории броуновского движения. Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон. Седиментационная устойчивость дисперсных систем. Оптические свойства дисперсных систем: уравнение Рэлея для светорассеяния. Фиктивное поглощение света дисперсными системами и уравнение Ламберта-Бугера-Бэра. Оптические методы исследования дисперсных систем.

Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы, критерий лиофильности по Ребиндеру-Шукину.

Лиофильные системы: классификация ПАВ, мицеллообразование, строение мицелл ПАВ, солюбилизация, факторы, влияющие на ККМ, методы определения ККМ.

Лиофобные системы, факторы устойчивости, кинетика коагуляции по Смолуховскому (время половинной коагуляции, зависимость числа частиц разного порядка от времени, быстрая и медленная коагуляция).

Теория ДЛФО: расклинивающее давление и его составляющие, энергия электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей, силы и энергия притяжения, общее уравнение энергии взаимодействия частиц, потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионстабилизированных дисперсных системах, зависимость потенциального барьера от толщины диффузного слоя, коагуляция в первичном и вторичном минимумах, нейтрализационная и концентрационная коагуляция, порог коагуляции, правило Шульце-Гарди. Коагуляция в системах стабилизированных ВМС и ПАВ.

Получение лиофобных дисперсных систем: методы диспергирования, уравнение Ребиндера для работы диспергирования; адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера); гомогенная и гетерогенная конденсация; метастабильное состояние.

Стабилизация и коагуляция дисперсных систем с различным агрегатным состоянием фаз: системы с жидкой дисперсионной средой (полидисперсность суспензий, их стабилизация в водных и органических средах, осаждение, фильтрация, использование коагулянтов, флокулянтов и ПАВ; технические суспензии и пасты; классификация эмульсий, стабилизация и разрушение эмульсий; стабилизация и разрушение пен, пенная флотация); системы с газообразной дисперсионной средой (получение, свойства и разрушение аэрозолей, факторы стабилизации аэрозолей, физические основы улавливания аэрозолей на фильтрах; порошки, их текучесть, склонность к коагуляции, физико-химические основы переработки порошков); системы с твердой дисперсионной средой (факторы стабилизации, высокопористые материалы – катализаторы и адсорбенты; пенопласты, пенобетон, пеностекло, наполненные и закристаллизованные стекла и эмали, наполненные полимеры, металлические сплавы).

Структурно-механические свойства и реологический метод исследования дисперсных систем. Возникновение объемных структур в различных дисперсных системах. Структурообразование по теории ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика).

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии. Моделирование реологических свойств тел. Модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама.

Классификация дисперсных систем по структурно механическим свойствам (ньютоновские и неньютоновские жидкости). Псевдопластические и дилатантные жидкости и твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно-устойчивых дисперсных систем. Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

***Рекомендуемая литература***

Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии: Поверхностные явления и дисперсные системы: Учеб. для вузов / Ю.Г. Фролов.– М.: Альянс, 2004.– 462с. (8 экз.)

Назаров, В.В. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие для вузов / В.В. Назаров, А.С. Гродский, А.Ф. Моргунов, Н.А. Шабанова, А.Ф. Кривощепов, А.Ю. Колосов; под ред. В.В. Назарова, А.С. Гродского.– М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.– 374с. (20 экз.)

Щукин, Е.Д. Коллоидная химия : Учебник для вузов по специальности «Химия» и направлению «Химия» / Е.Д.Щукин, А.В. Перцов., Е.А. Амелина – М.: Высшая школа, 2004 (2006, 2007), 443с. (19 экз)

Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. СПб: Химия, 1995.– 400с.

Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии М.:Химия, 1975 (1976).– 512с.

### **Дисциплина «Общая химическая технология»**

Химическая технология – наука о наиболее экономичных и экологически обоснованных методах переработки сырых природных материалов в предметы потребления и средства производства. Основные тенденции развития современной химической промышленности.

Химические процессы и реакторы. Химико-технологический процесс и его содержание: классификация реакций в ХТП; технологические критерии эффективности ХТП (степень использования исходного реагента, выход продукта, селективность, производительность, интенсивность, соотношения, связывающие эти величины для реакций различных типов, расчет состава реакционной смеси); стехиометрические расчеты; расходные коэффициенты.

Термодинамические расчеты химико-технологических процессов. Равновесие химических реакций: закон действующих масс, различные способы выражения константы химического равновесия, соотношения связывающие их, связь константы равновесия с энергией Гиббса, равновесие в гетерогенных реакциях. Способы смещения равновесия. Расчет равновесия по термодинамическим данным для сложных реакций. Определение состава реакционной смеси при химическом равновесии. Эксергетический метод термодинамического анализа. Эксергетический баланс, эксергетический КПД.

Использование законов кинетики при выборе технологического режима. Скорость гомогенных химических реакций. Координата скорости. Кинетические уравнения простых и последовательных реакций. Способы изменения скоростей простых и сложных реакций; анализ влияния концентрации исходного реагента, температуры и катализаторов на дифференциальную селективность необратимых параллельных реакций.

Общие сведения о химических реакторах. Математическое моделирование химических реакторов и химических процессов. Иерархические уровни химического процесса в химических реакторах: молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень рабочей зоны аппарата, уровень аппарата. Элементарный объем реактора, элементарный промежуток времени. Уравнение материального баланса. Классификация химических реакторов и режимов их работы. Уравнение материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора.

Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме. Математическая модель (уравнение материального баланса) реактора идеального смешения (РИС), принимаемые допущения: периодический РИС, проточный РИС в стационарном режиме. Применение уравнения материального баланса РИС. Графический метод определения концентрации реагента на выходе для реакции с произвольным порядком (дробным) протекающей в проточном РИС. Уравнение материального баланса реактора идеального вытеснения (РИВ), допущения. Сравнение эффективности проточных реакторов РИС и РИВ для простых и сложных химических реакций. Уравнение математической модели каскада реакторов идеального смешения. Расчет каскада РИС для реакций с произвольным порядком.

Химические реакторы с неидеальной структурой потока в изотермическом режиме: причины отклонения от идеальности (образование застойных зон, внутренних байпасов, зон циркуляции, перемешивание в осевом направлении за счет молекулярной, турбулентной и тейлоровской диффузии); требования предъявляемые к математическим моделям реакторов с неидеальной структурой потоков и общие подходы к их разработке; ячеечная и диффузионные модели (критерий Пекле, анализ граничных условий и решение уравнения диффузионной модели при проведении реакции первого порядка).

Распределение времени пребывания в проточных реакторах: интегральная и дифференциальная функции распределения, их свойства; экспериментальное изучение функций распределения; функции распределения времени пребывания элементов реакционного потока в реакторах с идеальным и неидеальным гидродинамическим режимом. Применение функций распределения времени пребывания при расчете химических реакторов. Построение функций распределения по экспериментальным данным и определение средней концентрации и степени превращения на выходе из проточного реактора.

Теплоперенос в химических реакторах: влияние температуры, характера её распределения на протекание химических процессов, общее уравнение теплового баланса, тепловые режимы химических реакторов; проточный РИС в неизотермическом режиме; анализ возможных решений уравнений материального и теплового баланса для адиабатического РИС в случае протекания реакции первого порядка (обратимой и необратимой) в стационарных условиях и РИС с внешним теплообменом; способы увеличения степени превращения исходных реагентов при проведении реакции в адиабатическом РИС; периодический РИС в неизотермическом режиме; РИВ в неизотермическом режиме; тепловая устойчивость химических реакторов; оптимальный температурный режим простых необратимых и обратимых реакций; способы осуществления оптимального температурного режима в промышленных реакторах.

Гетерогенные и гетерогенно-каталитические процессы.

Гетерогенные процессы: общие особенности гетерогенных процессов (многостадийность, гомофазные, гетерофазные процессы, процессы протекающие в диффузионной и кинетической области); описание диффузионных стадий гетерогенных процессов; гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-твёрдое» (квазигомогенная модель и модель с фронтальным перемещением зоны реакции, описание её основных стадий – внешней и внутренней диффузии и поверхностной химической реакции, уравнения для расчета степени превращения для случая процесса лимитирования различными стадиями, способы определения лимитирующей стадии) процессы в системе «газ-жидкость» (абсорбционные процессы), описание массопередачи между газом и жидкостью, кинетические модели газожидкостных реакций (пленочная модель, модель обновления поверхности), определение коэффициента ускорения абсорбции при протекании химической реакции.

Гетерогенно-каталитические процессы (ГКП): общие представления о катализе, технологические характеристики и структура твердых катализаторов, их промотирование и отравление; основные стадии и кинетические особенности ГКП

Общие принципы разработки ХТП. Сырьевая и энергетическая база химической промышленности (ХП): сырьевая база ХП, классификация сырья, вторичные материальные ресурсы, рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов; обогащение сырья; вода в химической промышленности (классификация природных вод и характеристика их примесей, промышленная водоподготовка), применение воздуха и его компонентов в ХП; структура потребления энергии в ХП; классификация процессов ХП по видам используемой тепловой энергии; классификация топливно-энергетических ресурсов; технологические характеристики топлива, топливно-энергетический комплекс РФ; использование вторичных технологических ресурсов; основные направления



повышения эффективности использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов; основы энерготехнологии.

Основы разработки химических производств: постановка общей задачи создания и разработки химико-технологических систем (топология ХТС, входные переменные, технологические, конструкционные параметры, параметры режима, параметры потоков, показатели эффективности функционирования); основные понятия и принципы системного подхода, его использование для исследования и разработки ХТС, иерархическая структура химического производства; основные этапы создания ХТС, классификация моделей ХТС; анализ, синтез и оптимизация ХТС; типы технологических связей, технологические принципы создания ХТС.

Важнейшие промышленные химические производства. Технология связанного азота: сырьевая база азотной промышленности; получение технологических газов (синтез-газов из твердого и жидкого топлива, природного газа) и их очистка от оксидов азота и углерода; синтез аммиака (физико-химические основы, катализаторы, технологическое оформление, оборудование), охрана окружающей среды в производстве аммиака; технология азотной кислоты (сырье, физико-химические основы конверсии аммиака, аппаратура конверсии, окисление и абсорбция оксида азота II, производство азотной кислоты под повышенным давлением и по схеме АК-72, охрана окружающей среды).

Технология серной кислоты и минеральных удобрений: технология серной кислоты (применение серной кислоты, сырье, методы получения), классификация минеральных удобрений, разложение фосфатного сырья, получение фосфорных, сложных и азотных удобрений, охрана окружающей среды в производстве серной кислоты и удобрений.

Технология нефти: состав нефтей и их классификация, важнейшие нефтепродукты, первичная переработка нефти, деструктивная переработка нефти (термический крекинг, пиролиз, коксование, каталитический крекинг и риформинг), очистка нефтепродуктов (щелочная, сернокислотная, адсорбционная и каталитическая, гидроочистка, очистка селективными растворителями), производство бензола и диэтилбензола; производство стирола, полиолефинов, полистирола; охрана окружающей среды нефтеперерабатывающем и нефтехимическом производстве.

Синтезы на основе оксида углерода и водорода: синтез углеводов из оксида углерода II и водорода на различных катализаторах (синтезы Сабатье, Орлова. Фишера-Тропша); синтез метанола (физико-химические основы, технологические схемы, новые направления развития, охрана окружающей среды в производстве метанола).

Процессы биотехнологии: микробиологический синтез (синтез уксусной кислоты, пищевого белка), инженерная энзимология, основные тенденции развития биотехнологии.

#### ***Рекомендуемая литература***

Кутепов, А.М. Общая химическая технология / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 520с.

Бесков, В.С. Общая химическая технология: Учеб. для вузов / В.С. Бесков. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. — 452с.

Расчеты хим-технологических процессов/под ред. И.П. Мухленова. – М.: Химия, 1982

Игнатенков, В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: Учеб. пособие для вузов по химико-технол. направлениям / В. И. Игнатенков, В.С. Бесков. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 198с.

Основы химической технологии / под ред. И.П. Мухленова. – М.: Высшая школа, 1991. – 463с.

Бесков, С.Д. Технохимические расчеты: Учеб. пособие для хим.- технол. ин-тов / С.Д. Бесков.– М.: Высшая школа, 1962. – 468с.

Бесков, С.Д. Моделирование каталитических процессов и реакторов / В.С. Бесков – М.: Химия,– 254 с.

Кафаров, В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. – М.: Химия, 1991 – 432с.

## **Дисциплина «Основы безопасности жизнедеятельности (БЖД)»**

Понятия о системе «человек-среда обитания». Жизнедеятельность. Среда обитания, биосфера, техносфера. Опасность, вредный и травмирующий фактор. Потенциальная, реальная и реализованные опасности. Объекты защиты БЖД. Характерные состояния (основы взаимодействия) системы «человек-среда обитания».

Закон сохранения жизни. Закон о неустранимости отходов и побочных воздействий производств. Характерные потоки масс, энергий и информации для различных компонентов системы «человек – среда обитания». Закон толерантности В. Шелфарда, закон Либиха, принцип эволюции защитных свойств человека. Характерные ситуации взаимодействия в системе «человек-среда обитания».

Критерии комфортности, безопасности и экологичности техносферы

Показатели ее негативности: численность пострадавших, показатели частоты, тяжести травматизма, сокращения продолжительности жизни, региональной младенческой смертности, материального ущерба. Оценка риска.

[1] с. 5 – 27; [2] с. 4 – 8; [3] с. 3 – 45.

Основы физиологии труда

Классификация основных форм деятельности человека. Физический, умственный труд, формы труда. Энергетический обмен веществ (основной и при различных формах деятельности)

Классификация условий трудовой деятельности. Факторы трудовой деятельности. Оптимальный, допустимый, вредные и травмоопасные условия труда. Аттестация рабочих мест по условиям труда.

Оценка тяжести и напряженности трудовой деятельности, физическая тяжесть труда, динамическая работа, статическая нагрузка. Напряженность труда. Работоспособность и ее динамика, фазы изменения работоспособности. Утомление и переутомление.

[1] с. 92 – 105; [3] с. 96 – 124.

Комфортные условия жизнедеятельности в техносфере

Теплообмен человека с окружающей средой. Нормальное тепловое самочувствие. Жарко. Холодно. Тепловой баланс организма человека.

Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека

Обезвоживание организма, гипертермия, гипотермия, гипоксия, декомпрессионная (кессонная) болезнь. Терморегуляция организма: биохимическим путем, изменением интенсивности кровообращения, потовыделением.

Гигиеническое нормирование параметров микроклимата

Принцип нормирования. Категории тяжести работ. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата. Тепловая нагрузка среды. Продолжительность работы в условиях, когда температура воздуха не отвечает требованиям СанПиН 2.2.4.548-96.

Промышленная вентиляция и кондиционирование

Санитарно-гигиенические и технические требования к вентиляции. Классификация систем вентиляции. Естественная вентиляция. Механическая вентиляция. Расчет необходимого воздухообмена. Защита от инфракрасного излучения, высоких и низких температур.

Производственное освещение

Количественные и качественные показатели освещения. Классификация систем освещения. Требования к производственному освещению. Источники света, применяемые для искусственного освещения. Нормирование и расчет естественного и искусственного освещения. Цветовое оформление производственного помещения.

[1] с. 105 – 121; 209 – 241; [2] с. 21 – 37, 47 -90.

Негативные факторы (опасности) техносферы

Источники опасностей: естественные, техногенные и антропогенные. Зоны с высокой степенью опасностей в техносфере. Воздействие опасностей на человека, техносферу и природную среду.

Вредные вещества. Классификация вредных веществ. Их действие на человека. Гигиеническая регламентация в воздухе рабочей зоны. Нормирование качества воды, химического загрязнения почв. Контроль. Мероприятия по оздоровлению производственной среды. Защита атмосферного воздуха от деятельности промышленных предприятий.

Производственная вибрация

Причины возникновения, источники, физические характеристики и классификация вибрации. Влияние вибрации на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование. Вывод уравнения движения колебательной системы. Методы уменьшения вредного воздействия вибрации..

Электромагнитные поля (ЭМП) и излучения (ЭМИ)

Источники ЭМП промышленной частоты, электростатического поля (ЭСП), ЭМИ радиочастотного диапазона, инфракрасного излучения (ИК), лазерного излучения (ЛИ). Действие на организм человека. Нормирование. Меры защиты.

Электрический ток

Действие электрического тока на организм человека. Факторы, определяющие исход поражения электрическим током. Условия поражения человека электрическим током. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током. Мероприятия по обеспечению электробезопасности.

[1] с. 121 – 205, 360 – 365; [2] с. 37 – 47, 91 – 156; [4] с. 33 – 59.

Защита от опасностей технических систем и производственных процессов

Анализ опасностей технических систем: отказ, вероятность отказа. Качественный и количественный анализ опасностей.

Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем. Защита от механического травмирования, средства автоматического контроля и сигнализации. Защита от опасностей автоматизированного и роботизированного производства.

Безопасность технологических процессов

Требования безопасности. Проверка техпроцессов и работ, веществ и материалов на соответствие требованиям безопасности. Контроль полноты изложения требований безопасности в технологической документации.

Безопасность машин и оборудования. Проверка оборудования на соответствие требованиям безопасности на этапах разработки, серийного выпуска и эксплуатации. Контроль полноты изложения требований безопасности в конструкторской документации.

[1] с. 306 – 365.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС).

Источники и классификация ЧС мирного и военного времени. Опасные производственные объекты. Декларация безопасности промышленного объекта. Фазы развития ЧС. Оружие массового поражения: ядерное, химическое, бактериологическое (биологическое). Оценка радиационной обстановки при ЧС на АЭС и других ядерных установках.

Прогнозирование параметров и оценка обстановки при ЧС. Химически опасные вещества, химически опасные объекты, зоны химического заражения при ЧС. Пожары: физико-химические основы, параметры, оценка поражающих факторов. Взрыв: физико-химические основы, виды ВВ, пожаровзрывобезопасность технологических процессов на производстве. Категорирование помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности. Оценка поражающих факторов при ЧС на взрыво- и пожароопасных объектах. Оценка обстановки при ЧС на химически опасных объектах.

Терроризм на рубеже 20-21 века.

Типы современных террористических движений и виды террористических воздействий.

Особенности состояния и поведения людей при террористических актах. Действия населения при угрозе и совершении террористического акта. Мероприятия, направленные на предотвращение чрезвычайных ситуаций, связанных с террористическими актами.

[1] с. 420 – 2489; [3] с. 46 – 72; [4] с. 60 – 76, 77 – 94.

Управление безопасностью жизнедеятельности.

Правовые и нормативно-технические основы. Законы и подзаконные акты. Нормативно-техническая документация (НТД). Организационные основы управления. Управление охраной окружающей среды, охраной труда. Расследование несчастных случаев (НС) на производстве. Управление ЧС

Системы контроля (экспертиза) экологичности и безопасности. Экологическая экспертиза. Экологический контроль на предприятии. Государственная экспертиза условий труда. Учет требований безопасности и экологичности при постановке новой продукции на производство. Контроль требований безопасности и экологичности при эксплуатации оборудования.

[1] с. 509 – 543.

Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности.

Экономический ущерб от действия опасностей на человека и техносферу. Ущерб от производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Ущерб, нанесенный ЧС. Эколого-экономический ущерб.

[1] с. 546 – 562.

Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

Сотрудничество в области охраны природы (МСОП), охраны труда (МОТ), охраны труда и промышленной гигиены (ИФАС), по безопасности и охране труда (МАРБОТ), здравоохранения (ВОЗ).

#### ***Рекомендуемая литература:***

Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьякова и др.; под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 2008. – 615 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов /Лобачев А.И.–М.: Изд-во ЮРАЙ, 2009. –367с.

Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие для вузов/В.А.Акимов, Ю.Л. Воробьёв, М.И. Фалеев. –М.: Высшая школа, 2006. –591с.