

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА»**

Институт химии и биологии

Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений

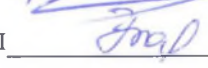

УТВЕРЖДАЮ
Проректор КБГУ
В.Н. Лесев
«__» _____ 2018 г.

ПРОГРАММА

Вступительных испытаний в магистратуру

по направлению 18.04.01 «Химическая технология»

Магистерская программа Технология и переработка полимеров

Директора института химии и биологии  А.М. Хараев
Руководитель магистерской программы  Р.Ч. Бажева

НАЛЬЧИК 2018

Основные понятия и определения химии и физики полимеров: структура и классификация полимеров. Основные понятия химии полимеров. Макромолекула, элементарное звено, полимер, олигомер, степень полимеризации, полимергомологи. Отличительные особенности ВМС. Молекулярная масса (ММ) и полидисперсность. Молекулярно-массовое распределение (ММР). Зависимость свойств от ММ и ММР. Геометрическая форма макромолекул: линейные, разветвленные, лестничные, пространственные. Взаимосвязь между формой макромолекул полимеров и возможностью их переработки. Структура и классификация полимеров. Классификация полимеров по происхождению, по химическому составу, по поведению при нагревании, по методу синтеза. Гомо- и сополимеры. Способы получения полимеров из низкомолекулярных соединений - полимеризация и поликонденсация, сравнение этих методов. Модификация полимеров. Методы получения основных типов полимеров. Цепная полимеризация. Свободно-радикальная полимеризация. Механизм. Элементарные стадии процесса. Влияние строения мономера на способность к полимеризации. Методы инициирования: термический, фотохимический, радиационный, химический. Типы инициаторов; механизмы их распада в процессе инициирования. Особенности и преимущества окислительно-восстановительного инициирования. Скорость и энергия активации стадии инициирования. Стадия роста цепи. Зависимость реакционной способности растущих макрорадикалов от условий реакции. Влияние устойчивости макрорадикалов на направление присоединения мономеров. Стадия обрыва цепи. Рекомбинация, диспропорционирование, передача цепи на мономер, растворитель, инициатор и полимер. Гель-эффект. Теломеризация. Ингибиторы, замедлители, регуляторы молекулярной массы полимера. Механизм ингибирования. Кинетическое уравнение радикальной полимеризации. Влияние концентрации мономера и инициатора, температуры, давления, примесей и кислорода на скорость полимеризации, молекулярную массу и структуру полимера. Термодинамика полимеризации. Верхняя предельная температура полимеризации. Ионная полимеризация. Виды цепной ионной полимеризации. Строение карбоионов, их активность. Реакционная способность мономеров в ионной полимеризации. Катализаторы катионной полимеризации, роль сокатализаторов. Механизм процесса. Элементарные стадии, их скорость. Влияние природы растворителя и противоиона, условий проведения реакции на ее механизм. Анионная полимеризация. Мономеры, склонные к анионной полимеризации. Катализаторы анионной полимеризации. Элементарные стадии процесса. "Живые полимеры". Ионно-координационная полимеризация. Понятие о стереорегулярных полимерах. Полимеризация на катализаторах Натта-Циглера и окисдно-металлических катализаторах. Полимеризация с участием π -аллильных комплексов переходных металлов. Влияние природы и соотношения компонентов катализатора на структуру полимера. Механизм процесса. Сополимеризация. Значение метода. Радикальная сополимеризация. Различия в активности мономеров, константы сополимеризации. Зависимость дифференциального состава сополимера

от констант сополимеризации и концентрации мономеров (уравнение Майо и Льюиса). Понятие об азеотропных полимерах и композиционной неоднородности полимеров. Ионная сополимеризация. Основные закономерности. Ступенчатые процессы синтеза полимеров. Ступенчатая полимеризация. Отличительные особенности ступенчатых реакций. Закономерности ступенчатой полимеризации. Влияние строения мономера на молекулярную массу полимера. Получение полиэтиленоксида, полиуретанов, поликарбамидов. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Полимеризация циклов. Термодинамика процесса. Механизм и кинетика полимеризации циклов. Роль активаторов. Взаимосвязь между реакционной способностью (напряженностью или основностью) циклон и механизмом реакции. Влияние условий проведения реакции на равновесие цикл - полимер. Полимеризация оксидов, лактонов, лактамов. Полимеризация капролактама (гидролитическая, катионная, анионная). Поликонденсация (ПК). Виды реакций, используемых при поликонденсации. Влияние строения мономеров и их функциональности на способность к поликонденсации и свойства образующихся полимеров. Механизм равновесной поликонденсации. Роль реакций деструкции. Влияние температуры, концентрации и соотношения исходных мономеров, катализаторов и НМС, образующихся при ПК, примесей монофункциональных соединений, на равновесие и молекулярную массу полимера. Способы проведения равновесной поликонденсации (в расплаве, в растворе, в твердой фазе). Особенности неравновесной поликонденсации. Способы проведения не равновесной поликонденсации. Межфазная ПК. Ее закономерности, примеры. Влияние температуры, продолжительности реакции, концентрации мономеров, избытка одного из компонентов, перемешивания на скорость и молекулярную массу. Механизм акцепторно-каталитического процесса. Трехмерная поликонденсация. Роль функциональности мономеров, примеры. Совместная пол и конденсация. Особенности процесса в случае равновесной и неравновесной ПК. Привитая и блок-сополимеризация. Блоксополимеры. Получение методами цепной полимеризации, механохимическими, поликонденсации. Привитые сополимеры. Полимеризационные, радиационные методы синтеза. Химические превращения полимеров (ХПП). Общая характеристика химических реакции полимеров. Влияние структуры полимера на ХПП: конфигурационные, конформационные и надмолекулярные эффекты. Внутримолекулярные и полимераналогичные превращения полимеров. Реакции замещения, присоединения, отщепления, изомеризации в полимерной цепи. Возможность химической модификации полимеров. Межмолекулярные реакции полимеров. Взаимодействие полимеров с полифункциональными соединениями. Реакции структурирования полимеров. Основные виды структурирования. Влияние структурирования на свойства полимеров. Деструкция полимеров. Отрицательная и

положительная роль деструкции. Виды деструктивных процессов. Цепной радикальный характер процесса. Термическая, окислительная, фотохимическая, радиационная, механохимическая и фотохимическая деструкция. Стабилизаторы и антиоксиданты. Проблема стабилизации полимерных материалов. Структура полимеров. Межмолекулярные взаимодействия в полимерах. Энергия когезии. Зависимость величины когезии от молекулярной массы, химического состава, степени упорядоченности и регулярности строения полимеров. Первичная структура макромолекул. Химический состав. Конфигурация макромолекул. Ближний и дальний конфигурационный порядок. Конформация макромолекул. Ближний и дальний конформационный порядок. Особенности внутреннего вращения в макромолекулах. Гибкость цепей полимеров. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Факторы, определяющие гибкость цепей полимеров. Характеристика размеров макромолекул. Среднеквадратичное расстояние между концами цепи, среднеквадратичный радиус инерции. Оценка гибкости макромолекулы. Понятие о статистическом, кинетическом и механическом сегменте. Надмолекулярная структура полимеров. Понятие о надмолекулярной структуре полимеров. Строение кристаллических полимеров. Понятие о кристаллографической ячейке. Пластины. Фибриллы. Глобулы. Сферолиты. Степень кристалличности. Надмолекулярное строение аморфных полимеров. Пачечная, доменная, кластерная модели строения аморфных полимеров. Надмолекулярная структура полимеров в ориентированном состоянии. Микрофибриллярность структуры. Физические методы исследования полимеров: микроскопия, РСА, ДЛП и др. Релаксационные свойства полимеров. Релаксационные явления в полимерах. Релаксация деформации. Ползучесть полимерных материалов. Релаксация напряжения. Упругий гистерезис. Фазовые и физические состояния полимеров. Агрегатные состояния веществ. Фазовые состояния веществ. Фазовые и релаксационные (физические) состояния полимеров. Термомеханический метод исследования фазовых и физических переходов в полимерах. Факторы, определяющие вид термомеханической кривой. Стеклообразное состояние полимеров и стеклование. Теории стеклования. Влияние структуры полимера на температуру стеклования. Методы определения температуры стеклования полимеров. Высокоэластическое состояние полимеров. Тепловое движение в полимере выше T_g . Термодинамика высокоэластичности. Релаксационный характер перехода из высокоэластического состояния в застеклованное. Энергия активации процесса. Факторы, влияющие на пределы эластичности. Вязкотекучее состояние полимеров. Тепловое движение в расплавах полимеров. Механизм течения полимеров. Температура текучести и определяющие ее факторы. Реология полимеров. Виды реологических систем. Кривые течения расплавов. Вязкость расплавов полимеров начальная, эффективная, наименьшая.

Зависимость вязкости от молекулярной массы, температуры; полидисперсности. Высокопластичность расплавов. Аномалии вязкости расплавов. Значение физических состояний полимера в переработке и эксплуатации полимерных материалов. Кристаллическое состояние полимера. Кристаллизация как фазовый переход. Условия, необходимые для получения кристаллических полимеров и кристаллизации. Кинетика кристаллизации. Термодинамика плавления и кристаллизации. Факторы, влияющие на процессы кристаллизации и плавления. Основные физико-механические свойства полимеров. Механические свойства полимеров. Деформационные свойства. Деформация аморфных полимеров. Упругая деформация. Вынужденная эластичность, $T_{\text{хр}}$, зависимость от различных факторов. Деформация кристаллических полимеров. Деформационные кривые. Особенности деформации растяжения и кручения полимеров. Прочность и разрушение. Теоретическая прочность, прочность, реальных полимеров. Долговечность полимеров. Уравнение Журкова, его анализ и значение. Термофлуктуационная теория и механизм разрушения полимеров. Влияние макромолекулярных структур на механические свойства полимеров. Теплофизические свойства полимеров. Теплоемкость полимеров. Скелетная, характеристическая и конформационная составляющие теплоемкости твердых полимеров. Зависимость теплоемкости от температуры для кристаллических и аморфных полимеров. Теплопроводность. Зависимость теплопроводности от температуры, физического и фазового состояния, структуры и формы макромолекул полимера. Температуропроводность, ее зависимость от температуры, фазового состояния, молекулярной массы, формы макромолекул. Тепловое расширение. Зависимость коэффициентов объемного и линейного расширения от температуры, фазового состояния и структуры полимеров. Электрические свойства полимеров. Ионная, моль-ионная и электронная проводимость. Проводники, полупроводники и диэлектрики, электреты. Свойства полимерных диэлектриков : электрическая проводимость, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, электрическая прочность, статическая электризация. Влияние температуры, фазового состояния, состава полимера на электрические свойства. Проводимость полимерных полупроводников и электропроводящих материалов. Механизмы электропроводимости, их зависимость от структуры полимеров. Электретное состояние. Гетерозлектреты и гомозлектреты, их получение и свойства. Система полимер-низкомолекулярная жидкость. Набухание полимеров. Факторы, определяющие набухание. Ограниченное и неограниченное набухание. Контракция и давления набухания. Растворение полимеров. Термодинамика растворения. Растворимость полимеров. Хороший и плохой растворитель. Параметр растворимости. Влияние различных факторов. Диаграммы фазового равновесия полимер-растворитель. Системы с ВКТР и НКТР. Разбавленные растворы полимеров. Строение

разбавленных растворов. Природа вязкости разбавленных растворов. Влияние различных факторов на вязкость разбавленных растворов. Концентрированные растворы. Реология. Неньютоновское течение. Структурная вязкость. Тиксотропия. Эластичность растворов полимеров. Значение изучения вязкости концентрированных растворов для переработки полимеров. Коллоидные системы. Студни и гели полимеров, их структуры. Студни 1 и 2 типов. Значение гелей в процессах переработки и эксплуатации полимеров. Смеси полимеров. Смеси полимеров с пластификаторами. Внешняя и внутренняя пластификация. Механизм пластификации, важнейшие промышленные пластификаторы. Смеси полимеров с полимерами. Совместимость полимеров, сегментальная растворимость. Свойства полимерных смесей. Наполненные полимеры. Виды наполнителей. Механизм усиления полимера активным наполнителем. Свойства наполненных полимеров. Основы гидравлики и гидродинамики. Классификация процессов химической технологии. Задачи курса «Процессы и аппараты химической технологии. Основные понятия. Гидростатика. Физические свойства жидкостей. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение. Основные характеристики движения жидкостей. Характеристика установившихся и неуставившихся потоков. Понятие субстациональной производной. Режим движения жидкостей. Расход жидкостей при установившемся ламинарном потоке. Уравнение Стокса и Пуазейля. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса. Коэффициент трения, его зависимость от критерия Рейнольдса. Физическое моделирование. Теория подобия как научная основа физического моделирования. Симплексы, комплексы, критерии подобия. Общий вид критериального уравнения гидродинамических процессов. Теоремы подобия. Подобное преобразование дифференциальных уравнений. Основные критерии гидродинамического подобия. Основной вид критериальных уравнений. Уравнение Бернулли. Приложение уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкостей. Насосы. Сравнение поршневых и центробежных насосов Общие сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов. Поршневые и центробежные насосы. Сравнение и выбор насосов. Компрессоры. Диаграмма работы компрессоров. Расчет напора и производительности. Сопротивление слоя пористого материала Взвешенный слой зернистого материала. Скорость витания. Скорость осаждения. Уравнение Стокса для осаждения при малых значениях Re . Осаждение под действием центробежной силы. Аппаратура для разделения жидких и газовых неоднородных систем: отстойники, циклоны, скрубера, фильтры и электрофильтры, центрифуги. Перемешивание в жидкой среде. Аппаратура для перемешивания сыпучих материалов и

пластических масс. Аппаратура для измельчения твердых материалов. Тепловые процессы. Виды передачи тепла. Тепловые балансы. Теплопроводность. Закон Фурье и коэффициент теплопроводности. Дифференциальные уравнения теплопроводности. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при установившемся тепловом потоке. Теплоотдача. Общие положения. Конвективный теплообмен. Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Подобное преобразование дифференциальных уравнений Фурье, Ньютона и Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия. Обобщенное (критериальное) уравнение конвективного теплообмена. Теплопередача при постоянных температурах. Уравнения теплопередачи для плоских и цилиндрических стенок. Средняя движущая сила процесса теплопередачи. Теплопередача при переменных температурах. Направление тока жидкостей. Уравнения теплопередачи для противотока и прямотока. Выбор направления движения жидкостей. Нагревание. Источники тепла и методы нагревания. Нагревание острым и глухим водяным паром. Нагревание дымовыми газами, промежуточными теплоносителями, электрическим током. Теплообменники. Конструкции теплообменных аппаратов. Охлаждение и конденсация. Охлаждение путем самоиспарения. Охлаждение в поверхностных холодильниках. Расход охлаждающей воды. Конденсация паров в поверхностных конденсаторах. Конденсаторы смешения. Выпаривание. Основные представления. Принцип устройства и типы выпарных аппаратов. Многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата. Температурные потери в выпарной установке. Распределение полезной разности температур по корпусам, исходя из условия: минимальной суммарной поверхности нагрева; равенства поверхностей нагрева по всем корпусам; заданной температуры вторичного пара. Предел числа корпусов. Конструкции выпарных аппаратов. Общие сведения. Выпарные аппараты с паровыми рубашками и змеевиками. Выпарные аппараты с внутренней нагревательной камерой; с выносной нагревательной камерой. Пленочные выпарные аппараты. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией. Процессы массопередачи. Характеристика процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопередачи. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Механизмы процессов массопереноса. Уравнение массоотдачи. Подобное преобразование дифференциальных уравнений массопереноса. Критерии подобия диффузионных процессов. Обобщенное (критериальное) уравнение. Сорбционные процессы. Общие сведения. Абсорбция. Физические основы процесса. Материальный баланс и уравнение рабочей линии абсорбции. Определение минимального расхода поглотителя. Основные конструкции абсорбционных аппаратов. Адсорбция,

аппаратура для проведения адсорбции. Поверхностные и пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы. Барботажные колонны. Число тарелок тарельчатой колонны. Расчет тарельчатых колонн. Перегонка и ректификация. Физико-химические основы процесса. Материальный баланс простой перегонки. Уравнения рабочих линий процесса ректификации. Ректификационные установки периодического и непрерывного действия. Зависимость между флегмовым числом, размером аппарата и расходом греющего пара. Тепловой баланс ректификационной установки. Адсорбция. Статическая и динамическая активность адсорбентов. Изотерма адсорбции. Изотерма адсорбции. Массопередача при адсорбции. Схема и аппаратура адсорбционных процессов. Расчет адсорберов периодического действия. Экстрагирование. Схемы и аппараты экстракционных установок. Расчет процесса экстрагирования твердых тел. Экстрагирование жидкостей. Фазовое равновесие. Аппаратура экстракционных установок. Сушка. Ста гика сушки. Абсолютная и относительная влажность газа. Диаграмма 1-х состояния влажного воздуха. Материальный и тепловой баланс воздушной сушилки. Определение удельного расхода воздуха и тепла по диаграмме 1-х. Варианты процесса сушки. Сушка. Кинетика сушки. Скорость сушки при постоянном и переменном влагосодержании сушильного агента. Конструкции сушилок.

Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Сырьевая и энергетическая база химических производств. Химическое производство как сложная система. Основные этапы создания химико-технологических систем (ХТС); принципы и общая стратегия системного подхода. Химическая технология и материаловедение. Современная систематика материалов по составу, свойствам и функциональному назначению. Материалы как важная категория продуктов химической технологии. Воспроизводимость свойств материалов как ключевая проблема материаловедения. Функциональные материалы в химической технологии: катализаторы, адсорбенты, электроды, мембраны, сенсоры и др. Экономические показатели эффективности химических производств. Техничко-экономические особенности химической промышленности. Основные производственные фонды, оборотные средства и трудовые ресурсы производств. Критерии эффективности их использования. Макроскопическая теория физико-химических явлений - теоретическая база химической технологии. Основные макроскопические переменные параметры, характеризующие перенос и превращение вещества, импульса и энергии в распределенных неравновесных системах. Обобщенная форма дифференциальных уравнений баланса, связывающих функции плотности, потока и источника субстанции. Конвективный и кондуктивный перенос субстанции. Классические законы пропорциональности кондуктивных потоков химического компонента, импульса и

теплоты градиентам концентрации, скорости и температуры. Характеристика коэффициентов переноса в различных средах. Конкретные частные формы дифференциальных уравнений баланса вещества, импульса и энергии. Способы и устройства для измерения скорости и расхода движущейся среды. Краткие сведения о насосах, компрессорных машинах и турбинах. Методы смешения фаз и разделения гетерогенных систем. Тепловые процессы в химической технологии. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение; соответствующие уравнения теплопереноса. Технологические способы нагрева и охлаждения. Теплообменные аппараты. Математическое моделирование процессов теплообмена. Коэффициенты теплопереноса; полуэмпирические критериальные соотношения. Представление о сложении термических сопротивлений и лимитирующем сопротивлении. Пути интенсификации процессов теплообмена и повышения их термодинамической эффективности. Массообменные процессы. Основные принципы массообменных процессов в системах газ - жидкость, жидкость - жидкость, газ - твердое тело, жидкость - твердое тело. Равновесные, кинетические и механические факторы в организации процессов межфазного массообмена. Математическое моделирование нестационарных процессов адсорбции в колоннах с неподвижным слоем сорбента. Математическое описание внутридиффузионного режима сорбции (десорбции) вещества в пористых гранулах адсорбента. Явление формирования фронта сорбции; условия установления режима параллельного переноса фронта в колонне. Аппаратурное оформление и моделирование процессов разделения смесей веществ методом ректификации. Другие аналогичные процессы разделения, осуществляемые по схеме с обращением потока смеси. Расчет требуемой высоты колонны для заданной степени разделения в стационарном безотборном режиме работы колонны. Связь между глубиной разделения и производительностью колонны. Основные источники энергозатрат в ректификации и пути их снижения. Химические реакторы. Основные типы химических реакторов; примеры их использования в технологии важнейших химических продуктов. Принципы построения многоуровневых математических моделей процессов в гетерогенных каталитических реакторах. Кинетические модели химических реакций. Диффузионно-кинетические режимы протекания реакции в пористой грануле катализатора. Химико-технологические процессы как объект управления. Входные и выходные параметры системы; параметры состояния, конструкционные и управляющие параметры; функциональный оператор системы. Задача выбора адекватной математической модели и параметрической идентификации объекта. Статистические данные о масштабах мирового производства важнейших групп химических продуктов в тоннажном и стоимостном выражении, удельном энергопотреблении, стоимости и сроках службы

основных видов оборудования. Прогнозные данные о сырьевом обеспечении крупномасштабных промышленных химических процессов, включая переработку первичных энергоресурсов во вторичные, производство металлов и полимерных материалов, минеральных удобрений, серной кислоты и т.д. Общие сведения об основных источниках промышленных отходов и выбросов, их воздействие на окружающую среду. Анализ технологических схем некоторых важнейших химических производств. Ключевое значение технологии связывания атмосферного азота в производстве продовольствия. Структура современного производства аммиака из природного газа: основные блоки и связи. Гибкое использование гетерогенных катализаторов в многоступенчатой схеме. Структура и основные особенности современной технологической схемы производства азотной кислоты. Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов селективного каталитического окисления аммиака, окисления оксидов азота и их абсорбции. Схемы каталитического обезвреживания отходящих газов. Причины низкой эксергетической эффективности производства азотной кислоты. Производство нитрата аммония. Использование теплоты нейтрализации. Производство карбамида. Виды фосфорсодержащего сырья: апатиты и фосфориты, мировые запасы и основные месторождения. Различия минералогического состава и свойств, определяющие выбор способа технологической переработки: кислотного, термического, гидротермического, плазмохимического. Механохимическая активация фосфорсодержащего сырья. Современное состояние производства и потребления фосфора и фосфорных кислот. Экстракционная кислота как основа производства минеральных удобрений. Электротермический способ получения элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Физико-химические основы разложения природных фосфатов серной, азотной и фосфорной кислотами. Политермический анализ фазовых равновесий в растворах многокомпонентных систем - основа выбора технологических параметров процесса комплексной переработки апатита. Основные типы реакций образования полиэтилена (ПЭ): радикальная и ионная полимеризации этилена. Роль катализатора в ионной полимеризации этилена. Способы осуществления реакций полимеризации этилена: в газовой фазе, в растворе, в суспензии. Преимущества и недостатки этих способов. Свойства, определяющие качество ПЭ: плотность, степень кристалличности, молекулярная масса. Сырье для производства ПЭ. Промышленный способ получения этилена. Технологическая схема подготовки сырья для производства ПЭ. Технология переработки и области применения ПЭ и изделий из него. Физико-химические основы процесса электролиза водных растворов и расплавов хлоридов щелочных металлов. Баланс напряжения и расход электроэнергии на электролиз. Выход по току. Материальный и тепловой балансы электролизера. Основы теории переноса в диафрагмах

и ионообменных мембранах. Распределение газосодержания в межэлектродном пространстве. Анализ влияния неоднородностей распределения тока и фильтрации электролита на выход по току побочных продуктов. Типы промышленных электролизеров. Электролизеры с твердым катодом: диафрагменный и мембранный. Электролизер с ртутным катодом. Реактор для разложения амальгамы. Электролизер для электролиза расплавов хлоридов щелочных металлов. Основные стадии производства хлора и каустической соды. Приготовление и очистка рассола. Электролиз водных растворов и расплавов. Физико-химические основы конденсации жидкого хлора. Осушка, комиримирование и конденсация жидкого хлора. Хранение и транспортировка жидкого хлора. Осушка и перекачка водорода. Выпарка и плавка каустической соды. Системы и процессы - предмет кибернетики. Большие и малые системы. Системный анализ как стратегия изучения сложных систем. Понятие автоматике и автоматизации. Задачи, решаемые автоматикой при управлении технологическим процессом. Состояние автоматизации в различных отраслях химической промышленности. Факторы, влияющие на динамику развития автоматизации. АСУ, основные понятия и определения. Иерархия в АСУ. Задачи и критерии управления на различных уровнях АСУ. Состав систем управления: устройства информации, принятия решений и исполнительные устройства. Алгоритмы управления и функционирования. Чувствительность системы. Управляемость и наблюдаемость системы. Устойчивость химико-технологических систем (ХТС). Помехозащищенность, эмерджентность и интерэктность ХТС. Задачи, решаемые системами диагностики. Элементы метрологии. Погрешности измерения: статические и динамические. Метод измерения, требования к различным методам измерения. Обеспечение единства и качества измерений. Структура средств измерений. Классификация систем автоматического контроля. Первичный измерительный преобразователь, передающий и нормирующий преобразователи, вторичные приборы и линии связи. Классификация первичных измерительных преобразователей. Вторичные приборы: назначение, классификация. Основные измерительные схемы электрических вторичных приборов. Пневматические вторичные приборы. Измерение температуры, давления, уровня, количества и расхода технологических потоков. Измерение состава технологических потоков. Принципы действия и конструкции основных приборов для измерения технологических параметров. ГСП - основа технической политики в отечественном приборостроении. Основные принципы построения ГСП. Иерархия аппаратных средств. Структура различных ветвей. Централизованный сбор измерительной информации. Основные принципы построения современных систем диагностики химико-технологических процессов. "Интеллектуальные" датчики. Структурно-функциональная схема. Системы автоматического регулирования.

Классификация САР по различным признакам: по алгоритму функционирования, по структуре, по зависимости выходных и входных сигналов, по использованию вспомогательной энергии. Объекты регулирования, классификация по виду математической модели. Статические и динамические характеристики. Свойства промышленных объектов регулирования. Влияние свойств объекта на процесс автоматического регулирования в нем. Коррекция конструкции оборудования с учетом этих требований. Методы определения свойств объектов регулирования. Назначение и закон регулирования. Классификация регуляторов по закону регулирования. И, П, Д - регуляторы и комбинированные законы регулирования. Параметры настройки, характер переходного процесса. Релейное регулирование. Назначение исполнительных механизмов в САР. Электрические исполнительные механизмы: электродвигательные и электромагнитные. Пневматические исполнительные механизмы мембранные и поршневые. Конструкции регулирующих органов, расчет и выбор. Функциональные схемы автоматизации. Назначение функциональных схем, методика и общие принципы их выполнения. Изображение приборов и средств автоматизации. Позиционное обозначение приборов и средств автоматизации. Требования к оформлению функциональных схем. Задачи анализа и синтеза АСР. Статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления. Применение операционного исчисления при анализе и синтезе АССР. Преобразование Лапласа. Передаточная функция. Передача сигналов в системе. Принцип черного ящика. Типовые элементарные динамические звенья. Усилительное, апериодическое, интегрирующее, дифференцирующее, колебательное звенья, звено чистого запаздывания. Структурные схемы и способы соединения динамических звеньев. Переходные процессы, запаздывание и устойчивость систем регулирования. Требования к переходным процессам в системах автоматического регулирования. Применение декомпозиции при конструировании нового технологического оборудования. АСУТП, задачи и критерии управления. Функциональная структура ЛСУТП, информационная и управляющая функции. Классификация по распределению функций между человеком, ЭВМ и техническими средствами. Централизованные и децентрализованные АСУТП. Кольцевая и линейная структуры децентрализованных АСУТП. Общие требования к АСУТП. Стандартизация в области автоматизированных систем управления. Техническое, программное, математическое, информационное, организационное обеспечение. Микропроцессоры в технических системах управления. Состояние развития автоматизации и приборостроения в России и за рубежом. Современные программно-технические средства автоматизации. Микробная, растительная и животная клетки - основной объект биотехнологии; строение и химический состав клеток, основные биополимеры клеток, органеллы клеток; поступление веществ в клетку и их метаболизм;

ферментативный катализ и основы кинетики биохимических реакций; характеристики, рост и культивирование микроорганизмов; методы обнаружения и выделения микроорганизмов; основные понятия генетики; основы биосинтетических процессов; инженерные основы биотехнологии; технологические приемы и аппаратное оформление процессов выращивания микроорганизмов; технологические основы получения метаболитов; инженерная энзимология, иммобилизованные ферменты; прикладная геномная и клеточная инженерия; биотехнологические производства; типовые схемы промышленных процессов получения: биомассы белка и аминокислот, ферментов, антибиотиков и продуктов брожения; важнейшие продукты биотехнологии; основные характеристики и потребительские свойства; надежность биотехнологических систем и проблемы охраны окружающей среды. Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Важнейшие технологические свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул: текучесть, усадка, влажность, содержание летучих веществ, гранулометрический состав и т.д.. Значение полимеров как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи). Классификация методов и подготовительные операции переработки пластмасс. Классификация методов переработки пластмасс. Смешение. Гранулирование полимерных композитов. Таблетирование. Методы нагревания полимеров. Влияние влажности на свойства и переработку полимеров. Сушка полимеров. Подготовка полимеров к переработке. Изготовление изделий из пластмасс методом экструзии. Закономерности движения полимера в шнековом экструдере. Движение полимера в зоне загрузки. Движение полимера в зоне плавления. Закономерности течения расплава в зоне дозирования. Технология производства труб методом экструзии. Плавление полимера и гомогенизация расплава. Формование профиля трубы. Калибрование труб. Охлаждение труб. Маркировка и упаковка труб. Расчет технологических параметров процесса. Технология производства пленки рукавным методом. Подготовка сырья, плавление гранул и гомогенизация расплава. Формование рукава. Ориентация и охлаждение пленки. Намотка, упаковка и контроль качества пленки. Расчет параметров процесса. Технология производства пленки щелевым методом. Плавление гранул и гомогенизация расплава. Формование полотна. Охлаждение пленки. Ориентация, намотка и упаковка пленки. Изготовление пустотелых изделий выдуванием. Изготовление изделий выдуванием из трубчатых заготовок. Плавление гранул и гомогенизация расплава. Выдавливание трубчатой заготовки. Смыкание формы и формование изделия. Охлаждение изделия. Раскрытие формы и извлечение изделия. Изготовление изделий выдуванием из литевых заготовок. Гомогенизация и дозирование расплава. Впрыск расплава и выдувание изделия.

Изготовление изделий из термопластов литьем под давлением. Технология литья под давлением. Плавление, гомогенизация и дозирование расплава. Смыкание формы и подвод узла впрыска. Впрыск расплава. Выдержка под давлением. Охлаждение изделия. Раскрытие формы и извлечение изделия. Особенности технологического процесса, обусловленные конструкцией формы. Влияние технологических параметров на качество изделий. Расчет технологических параметров процесса литья под давлением. Формование изделий из листовых материалов. Технология формования. Закрепление заготовки. Предварительная вытяжка листов. Формование изделия. Охлаждение изделия. Методы формования. Штампование. Пневмоформование. Вакуумформование. Формование на поточных линиях. Изготовление изделий каландрированием. Технология каландрования. Смешение компонентов и нагревание композиции.

Формование полотна. Охлаждение и намотка полотна. Закономерности движения расплава полимера в зазоре между валками. Изготовление изделий из термореактивных пресс - материалов. Роль различных факторов в процессах переработки термореактивных материалов. Компрессионное прессование. Предварительное нагревание материала. Загрузка материала и смыкание пресс-формы. Подпрессовка, выдержка под давлением, отверждение. Размыкание и очистка пресс-форм. Особенности прессования в пресс-формах различной конструкции. Литьевое прессование. Прессование изделий на линиях непрерывного прессования. Литье под давлением. Получение пленок из растворов полимеров. Основные закономерности получения пленкообразующих растворов полимеров и формирования пленок. Основные стадии производства. Рекуперация растворителей. Получение пленок методом химической модификации. Образование жидкой пленки. Отверждение пленки в процессе формования. Отверждение пленки при испарении растворителя. Отверждение пленки при застудневании. Лаки и краски на основе растворов полимеров. Растворы полимеров как клеящие вещества. Формирование волокон из растворов полимеров. Образование жидкой нити. Фиксация нити в процессе формования. Фиксация нити при испарении растворителя. Диффузионные процессы при формировании волокон. Фиксация нити при застудневании раствора полимера. Ориентационное вытягивание волокон. Сушка волокон. Получение эластомеров из жидких каучуков и каучук-олигомерных композиций. Получение эластомеров на основе карбоцепных олигомеров. Методы синтеза жидких каучуков. Получение резин. Переработка каучуков и резиновых смесей. Вальцы и каландры. Закрытые смесители. Шприц-машины. Литье под давлением. Механическая обработка изделий из пластмасс. Влияние химической природы и строения полимеров на их способность к пленкообразованию. Особенности поведения аморфных и кристаллических полимеров при их переработке в пленки. Роль надмолекулярных структур в процессе получения

пленок и при их эксплуатации. Роль ориентации в процессе получения и эксплуатации полимерных пленок. Физико-химическая характеристика пленкообразующих водных дисперсий полимеров. Заключение. Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах. Перспективы промышленного производства и переработки полимеров. Основные понятия технологии пластических масс. Общие закономерности и способы проведения синтеза полимеров. Пластические массы на основе полимеров, получаемых по реакциям полимеризации. Полимеры непредельных алифатических углеводородов и их производных. Полиэтилен (ПЭ). Сырье для получения полиэтилена. Производство ПЭ при высоком, низком и среднем давлении. Структура, свойства и модификация ПЭ. Методы переработки ПЭ и его сополимеров. Область применения. Полипропилен (ПП). Производство ПП, его свойства, способы переработки и область применения. Полимеры непредельных ароматических углеводородов. Полистирол (ПС). Способы получения ПС и его сополимеров. Структура, свойства, область применения. Получение пенополистирола. Ударопрочный ПС, АБС-пластик. Области применения сополимеров и особенности их переработки. Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Хлорированные непредельные углеводороды. Поливинилхлорид (ПВХ). Сырье для получения поливинилхлорида. Особенность полимеризации винилхлорида. Методы производства ПВХ, физико-химические свойства и стабилизация ПВХ. Пластические массы на основе ПВХ: винипласт, пластикат, пластизоль. Перхлорвинил, поливинилхлорид. Фторированные непредельные углеводороды. Политетрафторэтилен (Фторопласты). Производство, свойства и применение фторопласта-4, фторопласта-3, поливинилизофторида. Особенности переработки фторопластов. Полимеры и сополимеры на основе акриловой и метакриловой кислот и их производных. Особенности производства акрилатов. Сырье для получения полимеров акриловой и метакриловой кислот. Полиметилметакрилат, литьевые и экструзионные марки. Органическое стекло. Полиакрилонитрил. Свойства, переработка и применение акрилатов. Полимеры и сополимеры на основе поливинилацетата и поливинилового спирта. Особенности полимераналогичных превращений поливинилового спирта. Поливинилацетали, их свойства и переработка. Полиуретаны. Особенности получения ПУ линейной и трехмерной структуры. Пенополиуретаны: эластичные, жесткие, литьевые изделия. Переработка и применение ПУ. Пластические массы на основе полимеров, получаемых по реакциям поликонденсации. Фенолоформальдегидные смолы и пластмассы на их основе. Закономерности конденсации, производство новолачных и резольных смол, свойства и области применения, фенопласты. Рецептура пресс-порошков. Слоистые пластики. Текстолит. Гетинакс. Прессматериалы с волокнистым наполнителем. Фаолит. Аминоальдегидные смолы и пластмассы на их основе. Особенности взаимодействия

мочевины, меланина с формальдегидом. Отверждение смол. Производство пресспорошковых, ассортимент. Декоративные слоистые пластики. Свойства и области применения аминопластиков. Гетероцепные сложные полиэфиры. Особенности получения, свойства и применение полиэфирных смол. Композиции холодного или горячего отверждения. Полиэтилентерефталат, поликарбонаты, полиакрилаты. Переработка и применение полиэфиров. Эпоксидные смолы. Производство эпоксидных полимеров. Особенности получения и отверждения эпоксидных смол, прессматериалы. Свойства, переработка и особенности применения. Полиамиды. Исходные продукты для получения полиамидов. Классификация полиамидов. Поликапролактam (полиамид 6), полиамид 6,6, полиамид 112. Фенилон. Модифицированные полиамиды. Свойства, переработка и область применения полиамидов. Полигетероциклоцепные полимеры. Полиимиды. Синтез, производство, применение полиимидов. Полибензимидазолы, полибензоксазолы. Фурановые полимеры. Фурфуроловые, фурфуролацетоновые полимеры, фуриловые полимеры. Пластические массы на основе фурановых полимеров. Элементоорганические полимеры. Кремнийорганические полимеры (полиорганосилоксаны). Особенности процессов синтеза полиорганосилоксанов. Гидролиз кремнийорганических мономеров. Производство полиорганосилоксанов. Пластические массы на основе полиорганосилоксанов.

Рекомендуемая литература:

1. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров. - М.: Химия, 1989. - 432 с.
2. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. - М.: Высшая школа, 1981. - 656 с.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - М.: Научный мир, 2007. - 614 с.
4. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. - Л.: Химия, 1990. - 432 с.
5. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров. - М.: Химия, 1971. - 344 с.
6. Коршак В.В., Виноградова СВ. Неравновесная поликонденсация. - М.: Наука, 1968. - 356 с.
7. Платэ Н.А., Литманович А.Д., Ноа С А. Макромолекулярные реакции. - М.: Химия, 1977.-421 с. Н.И. Авакумова, Л.А.Бударина, СМ. Дивгун и др. Практикум по химии и физике полимеров / под ред. В.Ф. Куренкова. - М.: Химия, 1995. - 256 с.
8. Торопцева А.М., Белогородская К.В., Бондаренкова В.И. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. - Л.: Химия, 1972. - 416 с.

9. Касьянова А.А., Добрынина Л.Е. Лабораторный практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений. - М.: Легкая индустрия, 1979. - 182 с.
10. Геллер Б.Э. и др. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров. - М.: Химия, 1996.-432 с.
11. Цой Б. Прочность и разрушения полимерных пленок и волокон. - М.: Химия, 1999. - 496 с. Сутягин В.М., Ротарь О.А Физические методы исследования полимеров. - Томск: Изд-во ТПИ, 1992. - 56 с.
12. Денисов Е.Г. Окисление и деструкция карбоцепных полимеров. - Л.: Химия, 1990. - 286 с.
13. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М., Химия, 1987
14. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии (в 2-х частях). - М., Химия, 1981
15. Павлов К.Ф., Носков А.А., Романков П.Г. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - М., Химия. 1981
16. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. - ч. 1, 2 - . М., twirpx. Com ч.1, 2 -1995
17. Касаткин А.Н. Основные процессы и аппараты химической технологии. - Электронный учебник М., Химия, 2007-20912 г
18. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В 2 кн. М.: Химия, 1995.
19. Кузнецов Л.Д. и др. Синтез аммиака. М.: Химия, 1982.
20. Кутепов А.М. и др. Общая химическая технология. М.: Высш. шк., 1990.
21. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988.
22. Основы технологии переработки пластмасс/Под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. М.: Химия, 1995.
23. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Система управления химико-технологическим процессом
24. С.В.Власов, Э.Л.Калиничев, Л.Б. Кандырин и др. Основы технологии и переработки пластмасс.
25. Учебник для вузов. - М.: Химия. 1995.-528с. Г.А. Швецов, Д.У.Алимова
26. Бортников В.Г. Основы технологии переработки пластмасс, Л.: Химия, 1983, 304 с.
27. Гуль В.Е., Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. М.; Химия, 1985. 400 с.

28. Бильтейер Ф. Введение в химию и технологию полимеров. Пер. с англ. Т.В. Готовской-Рониной, Под ред. Каргина В.А. М.; Ин. Лит-ра, 1958. 570 с.
29. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. Пер. с англ. Ю.В. Зеленева и др. М.; Химия, 1965.
30. Панков СП. Физико-химические основы переработки растворов полимеров. М.; Химия, 1971.
31. Кузьминский А.С, Кавун СМ., Кирпичев В.П. Физико-химические основы получения, переработки и применения эластомеров. М.: Химия, 1976. 367 с.
32. Папков СП. Физико-химические основы переработки растворов полимеров. М.: Химия, 1971, 363 с.
33. Калинин Э.Л., Соковцева МБ. Свойства и переработка термопластов: Справочное пособие. Л.: Химия, 1983.288 с.
34. Технология пластических масс. Под ред. В.В.Коршака. - М. «Химия», 1976, 606с.
35. Николаев А.Ф. Технология пластических масс. - Л. «Химия», - 1977, с368.
36. Миндлин С.С. Технология производства полимеров и пластических масс на их основе. - Л. «Химия» - 1973, 352с.
37. Беккер М. Е. Введение в биотехнологию. - М., 1978.
38. Бернал Дж. Наука в истории общества. - М., 1956.
39. Биотехнология. /Под ред. А. А. Баева. - М., 1984.
40. Биотехнология в 8 тт. /Под. ред. Н. С. Егорова и В. Д. Самуилова. - М., 1987.
41. Биотехнология - принципы и применение / под ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. - М., 1988.
42. Биотехнология микробного синтеза. - Рига, 1980.
43. Бирюков В. В., Кантере В. М. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза.- М.. 1985.
44. Быков В. А., Винаров Ю. Ю., Шерстобитников В. В. Расчет процессов микробиологических производств. - Киев, 1985.
45. Виестур У. Э., Кузнецов А. М., Савенков В. В. Системы ферментации. - Рига, 1986
46. Виестур У. Э., Шмите И. А., Жилевич А. В. Биотехнология – биологические агенты, технология, аппаратура. - Рига, 1987.
47. Воробьева Л. И. Техническая микробиология. - М., 1987.
48. Воробьева Л. И. Промышленная микробиология. - М., 1989.

49. Готшалк Г. Метаболизм бактерий. - М., 1982.
50. Деймен А., Соломон Н. Промышленная микробиология. - М., 1984.
51. Заварзин Г. А. Микробиология - двадцатому веку. - М., 1981.

Дополнительная литература:

1. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган СЗ. Процессы и аппараты химической технологии. - М., Химия, 2009 г.
2. Иоффе И.А. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. - Л., Химия, 1991 г.
3. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазоперерабатывающей и нефтехимической технологии. М., Химия, 1982 г.
4. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. Явления переноса. М.: Химия, 1974.
5. Биотехнология. Принципы и применение / Под ред. И.Хиггинса, Д.Беста, Дж. Джорнса. М.: Мир, 1988.
6. Вест А. Химия твердого тела (теория и приложения): В 2 т. М.: Мир, 1988.
7. Вольфович СИ. и др. Общая химическая технология: В 2 т. Л., 1952. Т. 1; Л., 1959. Т.2.
8. Кутепов А.М. и др. Химическая гидродинамика: Справочное пособие. М., 1996.
9. Сафонов М.С. Критерии термодинамического совершенства технологических систем. М.: МГУ, Химфак, 1998.
10. Третьяков Ю.Д., Можаяев А.П., Олейников Н.Н. Основы криохимической технологии. М.: Высш. шк., 1987.
11. Франк - Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987.
12. Шервуд Т., Пигфорд Р.Л., Уилки Ч, Массопередача. М.: Химия, 1982.
13. Якименко Л.М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. М: Химия, 1974.
14. Бодров В.И., Лазарева Т.Я. Теория линейных систем автоматического регулирования: лекции к курсу "Теория автоматического управления".- Тамбов: ТГТУ, 1994.- 215 с.
15. Технические средства автоматизации химических производств / В.С. Балакирев, Л.А. Барский, А.В. Бугров и др.- М.: Химия, 1991.-272 с.

16. Автоматизация и электрификация сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности: Учебное пособие с прилож./ Двореакая Л.В., Калинин В.Ф., Загинайлов В.И. и др.- Тамбов: ТГТУ, 1999.- 116 с.
17. Автоматическое управление в химической промышленности / Под ред. Е.Г. Дудникова.- М.: Химия, 1987.-386 с.
18. Автоматика и автоматизация производственных процессов / И.И. Мартыненко, Б.Л. Головинский, Р.Д. Проценко, Т.Ф. Резниченко.- М.: Агропромиздат, 1985.- 335 с.
19. Практикум по автоматике и системам управления производственными процессами / Под ред. И.М. Масленникова.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 272 с.
20. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник/ Под ред. В.В Черенкова.- Л.: Машиностроение, 1987.-847 с.
21. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств.- М.: Машиностроение, 1984.- 315 с.
22. Приборы контроля и управления влажностно-тепловыми процессами: Справочная книга/ Сост. И.Ф. Бородин, СВ. Мищенко.- М.: Россельхозиздат, 1985.- 239 с.
23. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие/ Под ред. А.С Ключева.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 272 с.
24. Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие по содержанию и оформлению проектов:- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 400 с.
25. Дворецкий СИ., Лазарева Т.Я. Проектирование автоматизированных систем управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие.- Тамбов: ТГТУ, 1993.- 206 с.
26. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- М.: Химия. 1985.- 352 с.
27. Шувалов В.В., Агаджанов Г.А., Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- М: Химия, 1991.- 480 с.
28. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации технологических процессов. Учебное пособие/ Ф.Я. Изаков, В.Р. Казадаев, А.Х. Ройтман, Б.В. Шмаков.- М.: Агропромиздат, 1988.- 183 с.
29. Балакирев В.С., Софиев А.Э. Применение средств пневмо- и гидроавтоматики в химических производствах.- М.: Химия, 1986.- 192 с.
30. Бодров В.И., Дворецкий СИ., Матвейкин В.Г. Адаптивные системы управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие.- Тамбов: ТИХМ, 1990.- 120 с.

31. Бородин И.Ф. Технические средства автоматики.- М.: Колос, 1982.- 303 с.
32. Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф. Основы теории автоматического управления: Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. - 352с.
33. Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Фролов СВ. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контромеры: Учебное пособие. - М.: Машиностроение - 1,2004. - 180с.
34. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. - М. Л. «Химия», 1966г.
35. Справочник по пластическим массам. Изд. 2-е пер. доп. Т.1 под ред. В.М. Катаева и др. - М. «Химия», 1978, 568с.
36. Кацнельсон М.Ю., Бадаева Г.А. Пластические массы, свойства и применение. Справочник изд. 3-е, перераб. - Л. «Химия», 1978. 384с.
37. Кацнельсон М.Ю., Балаева Г.А. Полимерные материалы: Справочник. - Л.: химия, 1985,448с. Брацыхин Е.А., Шульгина Э.С Технология пластических масс (для техникумов) Л.: Химия, 1982, 328с.
38. Вторичное использование полимерных материалов. - М.: Химия. 1985. 192с.