

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждения высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 2.6.11 Технология и переработка синтетических и  
природных полимеров и композитов

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная

## 1. Общие положения

Прием вступительных испытаний регламентирован Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)».

## 2. Цели вступительных испытаний

Выявление специальных знаний, полученных в процессе получения высшего образования в специалитете и(или) магистратуре, научного потенциала и объективной оценки способности лиц, поступающих в аспирантуру.

## 3. Критерии выставления оценок по результатам выполнения экзаменационных заданий по специальной дисциплине

Максимальное количество баллов за вступительные испытания – 100 баллов

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50 баллов

<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ</b>	<b>БАЛЛ</b>
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном ориентировании понятиями, умении выделять существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию.	95-100
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается чёткая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочёты в определении понятий, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	85-94
Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ чётко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочёты и незначительные ошибки, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	76-84
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	65-75
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют	50-64

существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствует фрагментарность, нелогичность изложения. Не понимает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	49 и ниже

#### 4. Список тем специальной дисциплины

##### 4.1. Химия и физика высокомолекулярных соединений

Место и роль высокомолекулярных соединений в народном хозяйстве и, в частности, в легкой промышленности. Научные достижения последних лет в области химии и физики высокомолекулярных соединений.

###### 4.1.1. Основные понятия и определения

Определение понятий высокомолекулярные соединения, полимеры, сополимеры, олигомеры. Соотношения между этими понятиями. Принципиальные особенности строения и физико-химических свойств высокомолекулярных соединений, их основные отличия от низкомолекулярных веществ.

Классификация высокомолекулярных соединений Основные классы высокомолекулярных соединений.

###### 4.1.2. Особенности строения высокомолекулярных соединений

Типы неоднородностей в высокомолекулярных соединениях. Неоднородность макромолекул по химическому составу. Неоднородность макромолекул по строению. Понятие о конфигурации цепей. Нерегулярное, регулярное и стереорегулярное строение макромолекул.

Неоднородность высокомолекулярных соединений по молекулярным массам. Моно- и полидисперсные высокомолекулярные соединения. Понятие о молекулярно-массовых распределениях, различные виды молекулярно-массовых распределений высокомолекулярных соединений. Понятие о средних значениях молекулярных масс – среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы.

###### 4.1.3. Методы получения высокомолекулярных соединений

Общие принципы и подходы к получению высокомолекулярных соединений. Понятие о полимеризации и поликонденсации.

Полимеризация. Термодинамическая разрешимость и кинетическая вероятность перехода мономер – высокомолекулярное соединение. Основанные типы мономеров, вступающих в реакции полимеризации. Цепная и ступенчатая полимеризация. Природа активного центра. Радикальная и ионная полимеризация.

Закономерности радикальной полимеризации. Стадии процесса. Типы инициирования радикальной полимеризации. Механизм и кинетика радикальной полимеризации. Факторы, влияющие на процесс радикальной полимеризации

Закономерности ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Природа активного центра, используемые катализаторы, механизм и кинетика процесса. Роль среды в процессе катионной полимеризации. Анионная полимеризация. Природа активного центра, используемые инициаторы и мономеры. Особенности процессов обрыва цепи и передачи цепи в анионной полимеризации, «живые цепи». Закономерности стереоспецифической полимеризации.

Закономерности сополимеризации, механизм и кинетика процесса. Типы полимеров, получающихся в зависимости от условий проведения процесса сополимеризации.

Технические способы проведения полимеризации и сополимеризации. Блочная полимеризация, полимеризация в растворе. Эмульсионная (латексная) и суспензионная (гранульная) полимеризация.

Поликонденсация. Общие закономерности поликонденсации. Влияние строения мономеров на их способность к поликонденсации и структуру образующегося высокомолекулярного соединения. Наиболее типичные реакции линейной и трехмерной поликонденсации. Основные закономерности процессов обратимой и необратимой поликонденсации. Влияние различных факторов на поликонденсацию. Технические способы проведения поликонденсации.

#### **4.1.4. Химические реакции высокомолекулярных соединений**

Типы и особенности химических реакций высокомолекулярных соединений. Полимераналогичные превращения. Основные закономерности и причины возможной неоднородности строения продуктов реакций.

Основные закономерности внутримолекулярных реакций высокомолекулярных соединений. Основные закономерности межмолекулярных реакций.

Отверждение полифункциональных олигомеров Реакции деструкции высокомолекулярных соединений, типы и основные закономерности таких реакций. Старение и стабилизация высокомолекулярных соединений.

#### **4.1.5. Структура индивидуальных (невзаимодействующих) макромолекул**

Меж- и внутримолекулярные взаимодействия в высокомолекулярных соединениях. Внутримолекулярная подвижность. Поворотн-изомерная модель макромолекулы, заторможенность вращения. Понятие о конформации макромолекул. Типы конформации цепей и конформационные переходы. Понятие о сегменте и сегментальной движении. Гибкость макромолекул. Влияние химического строения цепи и других факторов на гибкость макромолекул. Параметры, характеризующие гибкость цепи.

#### **4.1.6. Фазовые состояния и переходы в высокомолекулярных соединениях**

Агрегатные состояния высокомолекулярных соединений. Фазовые состояния высокомолекулярных соединений. Аморфные и кристаллические (кристаллизующиеся) высокомолекулярные соединения. Факторы, определяющие способность высокомолекулярных

соединений к кристаллизации. Различные фазовые переходы в высокомолекулярных соединениях. Плавление и кристаллизация высокомолекулярных соединений. Особенности плавления высокомолекулярных соединений, зависимость температуры плавления от условий кристаллизации. Основные закономерности кристаллизации. Различные морфологические формы надмолекулярной структуры кристаллических высокомолекулярных соединений. Структура аморфных высокомолекулярных соединений.

Ориентированное состояние высокомолекулярных соединений. Особенности строения ориентированных высокомолекулярных соединений. Переход от изотропной к анизотропной структуре высокомолекулярных соединений.

Методы исследования структуры высокомолекулярных соединений: электронная и оптическая микроскопия, рентгеноструктурный анализ, электронография, нейтронография, инфракрасная спектроскопия, ядерный магнитный резонанс и др.

#### **4.1.7. Физико-механические свойства высокомолекулярных соединений**

Крайние случаи механического поведения тел: упругие среды, ньютоновские жидкости, вязкоупругие материалы. Температурная зависимость вязкоупругих свойств высокомолекулярных соединений как основа оценки их физического состояния. Термодинамические свойства высокомолекулярных соединений. Основные физические состояния высокомолекулярных соединений: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Переходные состояния – кожеподобное и эласто-вязкое. Температуры физических (релаксационных) переходов – температура стеклования и температура текучести. Влияние химического состава и молекулярной массы на температуры переходов.

Основные особенности механического поведения аморфных высокомолекулярных соединений в различных физических состояниях. Деформационные свойства высокомолекулярных соединений в стеклообразном состоянии. Хрупкое подсостояние высокомолекулярных соединений. Вынужденные высокоэластические деформации стеклообразных высокомолекулярных соединений.

Особенности поведения высокомолекулярных соединений в высокоэластическом состоянии. Энтропийный механизм упругости каучуков. Деформационные свойства высокомолекулярных соединений в высокоэластическом состоянии. Влияние химического строения и плотности химических сшивок на модуль и положение плато высокоэластичности.

Особенности поведения высокомолекулярных соединений в вязкотекучем состоянии. Кривые течения расплавов высокомолекулярных соединений. Явление аномалии вязкости. Зависимость вязкости расплава от молекулярной массы. Упругость расплавов высокомолекулярных соединений. Особенности растяжения текучих высокомолекулярных соединений как основа получения пленок и волокон.

Основные закономерности проявления механических свойств кристаллизующихся высокомолекулярных соединений. Термомеханические свойства, деформационные кривые. Особенности растяжения кристаллических высокомолекулярных соединений и перехода в ориентированное состояние. Влияние надмолекулярной структуры на физико-механические свойства кристаллизующихся высокомолекулярных соединений.

Прочность и разрушение твердых высокомолекулярных соединений. Долговечность высокомолекулярных соединений. Износ, трение высокомолекулярных соединений. Антифрикционные полимерные материалы. Термофлуктуационная теория разрушения

высокомолекулярных соединений.

Релаксационные свойства высокомолекулярных соединений. Зависимость температуры релаксационного перехода от скорости взаимодействия. Релаксация напряжения. Принципы температурно-временной суперпозиции. Ползучесть и упругое восстановление высокомолекулярных соединений.

#### **4.1.8. Растворы высокомолекулярных соединений. Пластификация**

Особенности растворения высокомолекулярных соединений. Фазовые диаграммы систем высокомолекулярное соединение-растворитель расслаивающихся по жидкостному и кристаллическому типу. Термодинамика растворения. Трехкомпонентные системы, роль третьего компонента.

Разбавленные растворы высокомолекулярных соединений. Вязкость разбавленных растворов высокомолекулярных соединений, влияние молекулярной массы высокомолекулярных соединений и природы растворителя. Методы определения молекулярных масс высокомолекулярных соединений.

Концентрированные растворы высокомолекулярных соединений. Принципиальные различия и оценка границы перехода от разбавленным к концентрированным растворам. Высокоэластические деформации в растворах высокомолекулярных соединений. Принципы фракционирования высокомолекулярных соединений.

Пластификация. Влияние пластификатора на температуры релаксационных переходов и механические свойства высокомолекулярных соединений. Закономерности молекулярной и структурной пластификации высокомолекулярных соединений.

#### **4.19. Методы исследования высокомолекулярных соединений**

Различные методы исследования строения макромолекул (светорассеяние, химические методы, двулучепреломление в потоке и др.), молекулярно-массового распределения и молекулярных масс, структуры высокомолекулярных соединений (оптическая и электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, спектральные методы и т.п.). Методы исследования механических свойств высокомолекулярных соединений – термомеханические, динамические и т.п.

#### **4.2. Технология производства полимерных материалов**

История и развитие научных основ и технологических приемов переработки полимеров и получения различных по составу, строению, структуре, комплексу свойств и назначению полимерных материалов, в том числе полимерных пленочных материалов и искусственной кожи.

##### **4.2.1. Теоретические основы переработки полимеров**

Основные принципы и подходы к созданию различных полимерных материалов и изделий, приемы получения композиционных и многослойных материалов, монолитных и пористых.

Основные закономерности переработки полимеров через расплавы. Подходы к выбору оптимальных условий (по температуре, времени, скорости, силовым усилиям и т.п.) получения полимерных материалов из расплавов.

Закономерности переработки полимеров через растворы. Способы выделения полимеров из растворов. Получение монолитных и пористых полимерных материалов и покрытий.

Физико-химические основы переработки полимеров из дисперсий. Методы пленкообразования из дисперсий. Влияние различных факторов на процесс пленкообразования. Полимерные пасты, пленкообразование из пластизолов.

Теоретические основы и технологии переработки эластомеров. Закономерности сшивания каучуков с использованием различных структурирующих систем.

Закономерности сшивания олигомеров. Удлиняющие и сшивающие агенты. Основные пути и подходы к получению композиционных полимерных материалов.

Закономерности наполнения полимеров, инертные и активные наполнители. Механизм усиливающего действия наполнителей.

Основные подходы к созданию многослойных полимерных материалов. Закономерности склеивания. Адгезии. Закономерности пропитывания и проклеивания волокнистых материалов различными олигомерными композициями.

Закономерности старения, деструкции и стабилизации полимерных систем. Принципы выбора стабилизатора.

Основные закономерности сорбции, диффузии и проницаемости полимерных материалов по отношению к низкомолекулярным веществам, газам и парам (в том числе к парам воды), влияние физического, фазового состояния и структуры полимерных материалов на их проницаемость. Проницаемость многокомпонентных и многослойных полимерных материалов.

Основные закономерности создания пористой структуры полимеров при различных способах переработки.

#### **4.2.2. Сырье и материалы, используемые при производстве полимерных материалов**

Основы рецептуры и классификация сырья, применяемого при производстве полимерных материалов, в том числе искусственной кожи и пленочных материалов различного назначения. Цели введения различных компонентов в рецептуру и характер их влияния на свойства композиции. Строение, марки различных полимеров и их расшифровка, свойства, технологические особенности переработки, преимущества и недостатки, области применения компонентов рецептуры, включая основные полимеры:

- Эластомеры. Натуральный и синтетические каучуки. Изопреновые, бутадиеновые, хлоропреновые каучуки. Каучуки на основе сополимеров: бутадиен-стирольные, бутадиен-метилстирольные, бутадиен-нитрильные, этиленпропиленовые, акриламидные, карбоксилсодержащие, силоксановые, бутилкаучук, полиизобутилен, олигомерные каучуки.

- Термопласты. Полиэтилен, хлорированный и сульфохлорированный полиэтилен. Полипропилен. Поливинилхлорид и его сополимеры. Поливинилиденхлорид и его сополимеры. Поливиниловый спирт и его производные. Однородные и смешанные полиамиды. Полиуретаны и полиэфируретаны. Полиакрилаты. Поликарбонаты. Полиакриламид. Полиорганосилоксаны.

Эпоксидные смолы. Целлюлоза и ее производные.

- Термоэластопласты. Специфика, структуры, основные преимущества и недостатки, условия переработки и применения термоэластопластов на основе блок-сополимеров бутадиена, стирола, изопрена, олефинов, уретанов.

- Натуральные, синтетические и искусственные латексы. Эмульгаторы и коллоидно-химические характеристики латексов. Промышленные марки натуральных латексов и их свойства. Синтетические и искусственные латексы: бутадиеновые, бутадиен-стирольные, бутадиен-нитрильные, карбоксилатные, хлоропреновые, винилхлоридные, изобутиленовые. Условия, определяющие эффективность применения латексов в производстве.

- Олигомеры и олигомерные композиции. Удлиняющие и сшивающие агенты.

- Пластификаторы, растворители, разбавители, осадители. Основные виды, марки, свойства, особенности структуры и эффективность применения.

- Наполнители, пигменты, красители. Параметры структуры, определяющие эффективность применения. Виды, марки минеральных и органических наполнителей, пигментов, красителей различной активности. Условия равномерного распределения и диспергирования в смеси.

- Специальные добавки. Структурирующие и вулканизирующие вещества. Порообразователи. Стабилизаторы. Антиоксиданты. Противоутомители. Антикорчинги. Марки, основы выбора, специфика действия смесей (синергизм), эффективность применения и влияния на структуру и комплекс свойств полимерных материалов.

- Природные и химические волокна и волокнистые материалы. Тканые, нетканые и трикотажные материалы. Структура и физико-механические показатели. Требования, предъявляемые к волокнистым основам, используемым в производстве полимерных материалов различного применения и назначения.

#### **4.2.3. Основные процессы производства полимерных материалов**

Подготовительные операции. Предварительная подготовка эластомеров: декристаллизация, пластикация, резка, гранулирование, дозирование и транспортировка.

Оборудование. Предварительная обработка сыпучих – хранение, измельчение, просеивание, сушка, взвешивание, приготовление промежуточных маточных смесей, различных паст, дисперсий, растворов. Мешалки, истирающие и измельчающие машины. Автоматическое, автоматизированное и ручное дозирование. Измельчение и размол волокнистых материалов в газовой и жидкой среде. Аппаратура периодического и непрерывного действия.

Процессы смешения и их закономерности. Получение смесей из эластомеров, пластиков и жесткоцепных полимеров.

Проклейка, пропитка. Способы и механизм протекающих процессов.

Формование. Пленкообразование. Классификация пленок. Химические и физические способы получения пленок и покрытий различных основ.

Каландрование, экструзия, полив, ракельное и валковое нанесение грунтов. Современное



оборудование.

Формование пластичных смесей. Литье под давлением. Вырубка изделий. Формирование волокнистых листов и лент. Одно- и многослойный отлив. Отливные прессы, круглосеточные и длинносеточные машины.

Структурирование. Физические, физико-химические и химические методы структурирования. Сушка, вулканизация, дубление. Теории процессов. Оборудование периодического и непрерывного действия.

#### **4.2.4. Основные технологические процессы получения полимерных пленочных материалов и искусственных кож**

Сопоставительный анализ различных методов получения полимерных пленочных материалов и искусственных кож из расплавов, растворов, дисперсий и твердых смесей с применением валкового, экструзионного, наносного и других видов оборудования.

##### ***4.2.4.1. Технологии получения полимерных пленочных материалов***

Основания выбора сырья, основные технологические стадии, технологические режимы и аппаратное оформление процессов при получении пленок из расплавов (экструзионный и каландровый методы) и растворов полимеров (прямой и обратный способы). Основные направления совершенствования технологии.

##### ***4.2.4.2. Технологии получения волокнистых основ для искусственных кож***

Основные операции процессов подготовки волокнистых основ (нетканых материалов, тканей, трикотажа) для искусственных кож различного назначения. Оптимизация состава и структуры волокнистых основ с целью улучшения качества продукции.

##### ***4.2.4.3. Производство искусственных кож с применением расплавов полимеров и пластизолей***

Основы выбора сырья, рецептурно-технологические факторы и способы управления процессами. Различное аппаратное решение процессов. Основные направления совершенствования технологии.

##### ***4.2.4.4. Производство искусственных кож с применением растворов и дисперсий полимеров***

Основы выбора основных и вспомогательных компонентов рецептуры. Методы сквозной и поверхностной пропитки волокнистых основ. Рецептурные и технологические факторы, определяющие процесс структурообразования. Методы создания многослойных (конфекционных) пористо-монолитных покрытий. Направления совершенствования технологии.

##### ***4.2.4.5. Производство материалов на основе эластомеров***

Основы выбора сырья, основные рецептурно-технологические факторы и аппаратное оформление процессов при производстве материалов для низа обуви типа резин различного строения – пористой и непористой структуры. Производствосинтетических материалов для низа обуви на основе термопластов, термоэластопластов и жидких каучуков. Сопоставительный анализ различных методов порообразования, различных способов производства материалов для низа обуви.

Методы переработки отходов производства.

Направления совершенствования технологии переработки отходов, создания мало- и безотходных технологических процессов.

#### **4.2.4.6. Производство полимерных материалов типа картонов**

Специфические особенности производства бумаги, обувных, галантерейных и технологических картонов. Рецептурно-технологические факторы и аппаратное оформление при получении картонов методами одно- и многослойного отлива (мокрый способ). Способы безводного и аэродинамического формирования картонов.

#### **4.2.4.7. Охрана труда и окружающей среды при производстве полимерных пленочных материалов и искусственных кож**

Контроль окружающей среды в производственных помещениях. Рекуперация и ректификация летучих растворителей, улавливание пластификаторов, использование оборотной воды в производстве картонов и др. Переработка и утилизация отходов. Принципы и пути создания мало- и безотходных технологий.

### **5. Совокупность заданий испытания (билетов)**

#### **Примеры вопросов испытания**

1. Современные представления о механизмах синтеза полимеров. Радикальная и ионная полимеризация. Сополимеризация. Стереоспецифическая полимеризация. Ступенчатая полимеризация. Моделирование и математическое описание процессов синтеза полимеров.
2. Современные представления о механизмах синтеза полимеров. Поликонденсация. Моделирование и математическое описание процессов синтеза полимеров.
3. Основные представления о способах производства полимеров. Полимеризация в растворе, эмульсии, суспензии, массе мономера, в газовой и твердой фазах. Производство полимеров в расплавах мономеров при ступенчатом синтезе. Влияние способов производства полимеров на состав полимеров. Автоматизация процессов производства полимеров на основе математического моделирования.
4. Молекулярная структура и макроскопические свойства полимеров. Молекулярная масса цепей. Молекулярно-массовое распределение.
5. Физические, фазовые и агрегатные состояния полимеров. Стеклование и кристаллизация полимеров. Физические свойства полимеров в различных состояниях. Пути управления ими. Высокоэластичность, пленко- и волокнообразование как характерные признаки полимерного состояния вещества.
6. Надмолекулярные структуры в аморфных и кристаллических полимерах. Электрические, теплофизические, оптические, фрикционные и другие свойства.
7. Особенности химических свойств полимеров. Полимераналогичные, внутри- и межмолекулярные реакции. Действие света, излучений высоких энергий, теплоты на полимеры. Окисление полимеров и меры защиты. Механохимические превращения полимеров. Сетчатые полимеры. Стойкость полимеров к агрессивным средам.

8. Основные свойства полимеров, определяющие их переработку в изделия. Технологические свойства полимерных материалов. Реологические свойства. Взаимосвязь молекулярной структуры и технологических свойств полимерных материалов.

9. Механические свойства полимерных материалов. Прочностные и деформационные свойства. Релаксационные свойства. Упругогистерезисные свойства. Долговечность и усталостная выносливость. Динамические свойства. Износостойкость. Зависимость свойств полимерных материалов от температуры. Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами. Прогнозирование свойств изделий из полимеров на основе результатов испытаний полимеров.

10. Классификация полимерных материалов по химическому строению полимерной цепи, по технологическим и эксплуатационным характеристикам.

11. Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, получаемые цепной полимеризацией: полиолефины, полистирол и сополимеры стирола с другими мономерами, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фторопласты, полиакрилонитрил, поливинилацетат и др.

12. Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, покрытий, получаемые по ступенчатым реакциям: полиформальдегид, полиацетальдегид, пентапласт, полифениленоксид, полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат, поликарбонаты, полиамиды, полиимиды, полиуретаны, полиэфируретаны, фенольно-альдегидные, аминокальдегидные, эпоксидные, полиэфирные (ненасыщенные), фурановые, кремнийорганические смолы и др.

13. Натуральный и синтетические каучуки. Их получение, химическое строение, состав, выпускные формы, физические и технологические свойства, свойства вулканизатов и их применение. Взаимосвязь между структурой каучуков и их свойствами.

14. Синтетические каучуки: бутадиеновые, изопреновые, бутадиен-стирольные и бутадиен-нитрильные, силиконовые, хлоропреновые, бутилкаучук, этиленпропиленовые СКЭП и СКЭПТ, эпихлоргидриновые, фторкаучуки, уретановые, полисульфидные, акрилатные и др. Термоэластопласты.

15. Жидкие олигомеры и получение полимерных материалов на их основе. Композиции двух и более полимеров. Химически модифицированные полимеры: поливиниловый спирт, поливинилацетали, хлорированный и сульфохлорированный полиэтилен, эфиры целлюлозы, ионообменные смолы и др. Социально-экономические и экологические предпосылки развития производства и применения полимеров.

16. Роль ингредиентов и механизм их действия в полимерах. Общие требования, предъявляемые к ингредиентам и оценка их качества. Отверждение и вулканизация как процессы формирования сетчатых полимеров. Структура сетчатого полимера, параметры сетки. Влияние структуры вулканизационной сетки на свойства конечного продукта.

17. Отвердители и вулканизирующие вещества. Ускорители и активаторы отверждения и вулканизации, их классификация и влияние на структуру и свойства вулканизатов.

18. Старение полимерных материалов под влиянием тепла, света, кислорода, озона, многократных деформаций и т.п. Методы исследования старения. Классификация

противостарителей. Озонное старение и методы защиты от озонного старения. Радиационное старение. Термо- и светостабилизация.

19. Наполнение и наполнители. Система полимер – наполнитель. Теории усиления полимеров наполнителями. Классификация наполнителей.

20. Красящие вещества. Назначение и основные требования, предъявляемые к красителям. Неорганические красители. Органические красители. Специальные ингредиенты: модификаторы, порообразующие, антифрикционные, абразивы, антипирены и др. – и их назначение.

21. Пластификаторы. Влияние пластификаторов на свойства полимеров. Теория действия пластификаторов. Требования к пластификаторам. Классификация пластификаторов.

22. Армирование и армирующие материалы: текстиль, стекловолокна и ткани, металлокорд, асбест и др. Назначение и требования, предъявляемые к их качеству.

23. Полимер-полимерные системы. Физико-химические явления на границе раздела фаз гетерогенных полимерных систем.

24. Понятие о полимерных композитах. Принципы составления рецептуры пластмасс, резин, пленок, покрытий и других полимерных материалов. Многообразие требований, предъявляемых полимерным материалам различного назначения. Технико-экономическая оценка их применения.

25. Конструкционные, теплостойкие, паростойкие, ударопрочные, теплоизолирующие, морозостойкие, бензомаслостойкие, огнестойкие, пористые (губчатые), твердые, рентгенозащитные, электропроводящие, магнитные, антифрикционные и другие материалы. Полимеры для изоляционных материалов. Оптимизация состава полимерных материалов на основе математического планирования эксперимента.

26. Особенности переработки эластомеров, пластмасс и стеклопластиков, лакокрасочных материалов, покрытий, пленок. Подготовительные стадии производств. Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения. Теории процесса смешения и диспергирования, моделирование, математическое описание процесса. Классификация методов переработки полимеров. Переработка в твердом, вязкотекучем состоянии, в растворе полимеров, водных дисперсиях, из олигомеров.

27. Прессование порошкообразных, гранулированных, волокнистых и слоистых материалов.

28. Экструзия. Особенности экструзии на одношнековых, двухшнековых, дисковых экструдерах, производительность и мощность потребляемая экструдерами, рабочая точка экструдера. Экструзия пленочных изделий, листов, шлангов и труб, профильных изделий. Шприцевание эластомеров в машинах червячного типа. Формование полимерных композиций. Назначение процесса формования. Виды формования. Причины возникновения анизотропии свойств и усадки заготовок. Аппаратурное оформление, пути интенсификации. Технология изготовления изделий пневмоформованием, вакуумформованием, механоформованием, штамповкой.

29. Технология изготовления изделий литьем под давлением. Уравнение состояния, изменение температуры и давления в форме, особенности течения материала в форме.

30. Процесс каландрования. Теоретическое обоснование процесса каландрования, его математическое описание. Режим каландрования. Типы каландров в зависимости от назначения. Поточные высокопроизводительные автоматические линии промазки и накладки полимерной смеси на ткань.

31. Технология получения пленочных материалов поливом из раствора.

32. Технология изготовления изделий из армированных пластмасс (стеклопластиков). Изготовление труб и емкостей намоткой.

33. Технология переработки олигомеров в изделия. Технология изготовления газонаполненных, пенистых, ячеистых полимеров.

34. Соединение деталей из полимеров: механическое, склеиванием, сваркой, приформовкой. Обработка и отделка изделий. Окрашивание, печатание, тиснение. Пути интенсификации производственных процессов.

35. Полимерные клеи. Характеристика процесса растворения полимера. Виды клеев. Области применения клеев. Пропитывание тканей клеями. Крепление полимеров к металлам, полимерам, дереву, стеклу, тканям и к другим материалам.

36. Латексные и другие адгезивы для крепления к тканям.

37. Вулканизация. Влияние различных факторов на процесс вулканизации (среда, температура, давление и др.). Способы вулканизации, контроль и автоматическое управление процессом. Отверждение реактопластов.

38. Изготовление полимерных изделий из латекса. Коллоидно-химические свойства латексов и их влияние на технологию производства изделий. Методы изготовления изделий из латекса: макание, ионное отложение, желатинирование.

39. Методы получения и технические виды регенератов. Способы вторичного использования полимеров, их технико-экономическая оценка.

40. Общие требования к конструированию изделий. Зависимость точности изделий от условий формования и материала. Изделия с арматурой, внутренние напряжения в изделиях. Связь конструкции изделия с условиями его эксплуатации и свойствами материала. Роль факторов времени

41. Классификация форм. Гнездность. Условия извлечения изделий из форм. Системы крепления литниковых и вентиляционных каналов, нагрева и охлаждения, выталкивания изделий. Пресс-формы, литьевые формы, экструзионные головки, формы для пневмоформования, контактного формования, оснастка для производства армированных изделий. Изготовление оснастки и форм. Правила эксплуатации форм.

42. Охрана труда и техника безопасности в полимерной промышленности. Охрана окружающей среды. Методы неразрушающего контроля качества изделий.

## 6. Рекомендованная литература.

а) Основная литература

1. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. -М.:

Эксим, 2000.

2. Догадкин Б.А., Донцов А.А., Шершнева В.А. Химия эластомеров. 2-е изд., перераб. и доп. - М.:Химия, 1981.
3. Кирпичников А.П., Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О. Химия и технология синтетического каучука. -Л.: Химия, 1987.
4. Технология пластических масс /Под ред. В.В. Коршака. -М.: Химия, 1985.
5. Основы технологии переработки пластмасс /Под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. -М.: Химия, 1995.
6. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. 4-е изд. перераб. и доп. -М.: Лабиринт, 1994.
7. Гуль В.Е., Акутин М.С. Основы переработки пластмасс.- М.:Химия, 1985.
8. Басов Н.И., Вражинский В.А., Казанков Ю.В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. -М.: Химия, 1991.
9. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. -Л.: Химия, 1989.
10. Принципы создания полимерных композиционных материалов / Ал.Ал. Берлин, С.А. Вольфсон, В.Г. Ошмян, Н.С. Ениколопов. -М.: Химия, 1990.
11. Андрианова Г.П., Полякова К.А., Матвеев Ю.С. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. - 3-е изд. перераб. и доп. – Ч. 1. Физико-химические основы создания и производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. –М: КолосС, 2008.
12. Андрианова Г.П., Полякова К.А., Матвеев Ю.С., Фильчиков А.С. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. - 3-е изд. перераб. и доп. – Ч. 2. Технологические процессы производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. . –М: КолосС, 2008
13. Папков С.П. Физико-химические основы переработки растворов полимеров. –М.: Химия, 1971.
14. Клочков В.И., Рыжов В.А. Производство пористых изделий из эластомеров. -Л.: Химия,1988.
15. Володин В. П. Экструзия профильных изделий из термопластов. -СПб.: Профессия, 2005.
16. Полимерные пленки. /Под ред. Г.Е. Заикина. СПб. –Профессия, 2005.
17. Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д., Крыжановская Ю.В. Технические свойства полимерных материалов. –СПб.: Профессия, 2003.
18. Крыжановский В.К., Николаев А.Ф. Технология полимерных материалов. –СПб.: Профессия, 2008.
19. Асеева Р.М., Замков Г.Е. Горение полимерных материалов. –М.: Наука, 1981.
20. Кестинг Р.Е. Синтетические полимерные мембраны. –М.: Химия, 1991. –336 с.
21. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов /С.В. Власов, Э.Л. Калинин, Л.Б. Кандырин и др. -М.: Химия, 1995. -526 с.

б) Дополнительная литература

1. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Буканов А.М. Общая технология резины. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Химия, 1978.
2. Технология резиновых изделий / Ю.О. Аверко-Антонович и др. Л.: Химия, 1991.
3. Вольфсон С.А. Основы создания технологического процесса получения полимеров. М.: Химия, 1987.
4. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование заводов по переработке пластмасс. М.: Химия, 1986.
5. Евдокимов В.В. Оборудование и механизация производства полимерных пленочных материалов и искусственных кож. –М.: Легпромбытиздат, 1992.
6. Добрынина Л.Е., Нипот Н.О., Порватова Л.М., Холоденко Б.В. Технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. -М.: Легпромбытиздат, 1993.
7. Факторович Ю.Д. Оборудование промышленности искусственных кож и пленочных

материалов. –Справочник. –М.: Легпромбытиздат, 1986.

8. Шеин В.С., Ермаков В.И., Нохрин Ю.Г. Обезвреживание и утилизация выбросов и отходов при производстве и переработке эластомеров. –М.: Химия, 1987.

9. . Энциклопедия полимеров. В 3 т. М.: Сов.энциклопедия. Т. 1. 1972; Т. 2. 1974; Т. 3. 1977.

10. Искусственные кожи и пленочные материалы. Справочник. /Под ред. В.А. Михайлова и Б.Я. Кипниса –М.: Легпромбытиздат, 1987.

#### **4.3.Химия и технология получения химических волокон**

Основные представления об особенностях надмолекулярной структуры волокнообразующих полимеров и взаимосвязь химического строения, структуры и свойств волокон.

Химия и технология волокнообразующих полимеров. Закономерности процессов переэтерификации диметилтерефталата этиленгликолем, этерификации терефталевой кислоты этиленгликолем и поликонденсации дигликольтерефталата. Технологические процессы получения полиэтилентерефталата из диметилтерефталата и этиленгликоля, терефталевой кислоты и этиленгликоля по непрерывной схеме. Свойства волокнообразующего полиэтилентерефталата и подготовка его к формованию.

Методы синтеза волокнообразующего поликапроамида (гидролитическая, катионная и анионная полимеризация). Технологические процессы получения поликапроамида в аппаратах непрерывной полимеризации и на линиях каскадного полиамидирования. Подготовка поликапроамида к формованию (различные методы удаления низкомолекулярных соединений и особенности сушки поликапроамида). Получение волокнообразующих полиамидов по реакции поликонденсации.

Закономерности получения волокнообразующих сополимеров акрилонитрила. Характеристика используемых сомономеров и их назначение. Технологические процессы получения сополимеров акрилонитрила в растворе и в суспензии.

Получение растворимых производных целлюлозы. Закономерности и технологические принципы получения щелочной целлюлозы. Деструкция щелочной целлюлозы, химия и технология получения ксантогената целлюлозы и аппаратурное оформление процессов. Получение волокнообразующих ацетатов целлюлозы.

Получение волокнообразующих полиуретанов, поливинилового спирта, полипропилена и галогенсодержащих полимеров.

Физико-химические основы и технология формования и ориентационного вытягивания химических волокон.

Общая характеристика способов формования химических волокон. Закономерности формования волокон из расплавов полимеров. Математическое описание процесса. Технологические принципы формования полиэфирных, полиамидных, полипропиленовых волокон и нитей. Физико-химические закономерности высокоскоростного формования полиэфирных и полиамидных нитей.

Формование волокон из растворов полимера. Формование и последующая технологическая обработка полиакрилонитрильных волокон. Получение вискозы и подготовка ее к формованию. Закономерности и технология формования вискозных волокон и нитей. Получение гидратцеллюлозных волокон в прямых растворителях. Технология получения поливинилхлоридных и поливинилспиртовых волокон.

Особенности формования волокон из растворов полимеров по сухому способу (ацетатных и полиуретановых).

Технологические схемы получения химических волокон различного ассортимента. Технология получения полиамидных и полиэфирных технических нитей, нитей коврового ассортимента и штапельных волокон. Технологический процесс получения полипропиленовых фибриллированных и пленочных нитей и геотекстильного материала.

### Примеры вопросов (тем).

1. Кинетика и механизм гидролитической полимеризации капролактама при получении волокнообразующего поликапроамида.
2. Свойства полиэтилентерефталата и подготовка гранулята полимера к формованию.
3. Основные закономерности и механизм реакции переэтерификации диметилтерефталата этиленгликолем, лежащие в основе получения полиэтилентерефталата.
4. Закономерности процесса поликонденсации дигликольтерефталата в производстве полиэфирных волокон.
5. Технологический процесс получения щелочной целлюлозы в производстве вискозных волокон.
6. Технология получения волокнообразующего полиэтилентерефталата с использованием диметилтерефталата и этиленгликоля.
7. Технологический процесс удаления низкомолекулярных соединений из гранулята поликапроамида.
8. Технологический процесс получения волокнообразующего сополимера акрилонитрила в растворе.
9. Технологический процесс получения ксантогената целлюлозы в производстве вискозных волокон.
10. Технологический процесс приготовления вискозы и подготовки ее к формованию.
11. Последующая обработка вискозных волокон.
12. Технология получения поликапроамида по непрерывной схеме на линии ЛПК-25.
13. Процессы дополиконденсации полиэтилентерефталата в расплаве и твердой фазе в производстве технических полиэфирных нитей.
14. Химические процессы, протекающие при получении волокнообразующих полиуретанов на основе простых эфиров.
15. Закономерности формования ацетатных нитей из растворов полимера по сухому способу.
16. Технологический процесс последующей обработки полиэфирных технических нитей на горизонтальных агрегатах.
17. Бессероуглеродный способ получения гидратцеллюлозных волокон.
18. Сущность аэродинамического способа формования полипропиленового геотекстильного материала.
19. Технологический процесс получения полиэфирного штапельного волокна.
20. Математическое описание процесса формования химических волокон из расплавов полимеров.
21. Технология формования полиамидных волокон и нитей.
22. Процессы формования полиэфирных волокон и нитей в обычных и скоростных режимах.
23. Общая характеристика способов формования химических волокон.
24. Технологический процесс получения полиакрилонитрильного штапельного волокна.
25. Закономерности процесса высокоскоростного формования волокон из расплавов полимеров.
26. Технологический процесс получения полиамидных нитей коврового ассортимента на однопроцессных машинах формования и последующей обработки.
27. Закономерности формования вискозных волокон и нитей.
28. Непрерывный процесс формования и отделки вискозных нитей.
29. Технологический процесс получения полипропиленовых фибриллированных нитей.
30. Технология получения обычного и высокомолекулярного вискозных штапельных волокон.

6. Рекомендованная литература.



#### а) основная литература

1. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование / Под ред. Дружининой Т. В. М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2006.
2. Геллер В. Э. Высокоскоростное формование полиэфирных нитей. Тверь: Тверское областное книжно-журнальное издательство, 2000.
3. Зазулина З. А., Дружинина Т. В., Конкин А. А. Основы технологии химических волокон. М.:Химия, 1985.
4. Дружинина Т. В., Скокова И. Ф., Слеткина Л. С., Линяев В. А. Сборник технологических задач по производству химических волокон. М.:Химия, 1995.
5. Юркевич В. В., Пакшвер А. В. Технология производства химических волокон. М.: Химия, 1987.
6. Серков А. Т. Вискозные волокна. М.:Химия, 1981.
7. Дружинина Т. В. Конспект лекций «Некоторые технологические принципы формования полиэфирных волокон и нитей». М.: РИО МГТА, 1992.
8. Перепелкин К. Е. Прошлое, настоящее и будущее химических волокон. М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2004.
9. Зверев М. П., Абдулхакова З. З. Волокнистые материалы из ориентированных полимерных пленок. М.:Химия, 1985.
10. Перепелкин К. Е. Химические волокна: развитие производства, методы получения, свойства, перспективы. СПб.: РИО СПбГУДТ, 2008.

#### б) дополнительная литература

1. Петухов Б. В. Полиэфирные волокна. М.:Химия, 1976.
2. Кудрявцев Г. И., Носов М. П., Волохина А. В. Полиамидные волокна. М.: Химия, 1976.
3. Высокоскоростное формование / Под ред. Зябицкого А. М.: Химия, 1988.
4. Автоматизация производственных процессов текстильной промышленности (книга 3 Автоматизация химико-технологических процессов текстильного производства) / Под ред. Петелина Д. П., Бакмана Р. М.: Легпромбытиздат, 1994.
5. Папков С. П. Физико-химические основы производства искусственных и синтетических волокон. М.:Химия, 1972.
6. Карбоцепные синтетические волокна / Под ред. Перепелкина К. Е. М.: Химия, 1973.
7. Перепелкин К. Е. Структура и свойства волокон. М.:Химия, 1985.
8. А. Т. Серков. Производство вискозных штапельных волокон. М.:Химия, 1986.
9. Щербина Л. А., Геллер В. Э., Геллер А. А. Априорная оценка некоторых физико-химических свойств пленко- и волокнообразующих полимеров: Сборник задач и упражнений по курсам «Физика и химия полимеров» и «Физико-химические основы формования химических волокон». Могилев: УО МГУП, 2008.
10. Полимеры и полимерные материалы: синтез, строение, структура, свойства / Сборник научных трудов под ред. д. х. н., проф. Л. С. Гальбрайха. М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2005.

### 4.4 Основы технологии полимерных композиционных материалов

Общие сведения о полимерных композиционных материалах, основные понятия и подходы к их классификации

Получение, закономерности процесса и условия отверждения, основы технологии терморезистивных полимерных матриц : фенолоформальдегидных смол (наволачных и резольных), аминоальдегидных смол (карбамиальдегидных и меламинальдегидных), эпоксидных смол и ненасыщенных полиэфиров.

Технологические принципы получения различных типов пресспорошков.

Общая характеристика волокнистых армирующих наполнителей полимерных композиционных материалов. Получение и свойства армирующих неорганических волокон для полимерных композиционных материалов (стекловолокон, базальтовых волокон, борного волокна и нитевидных кристаллов). Закономерности получения, структура и свойства армирующих химических волокон для полимерных композиционных материалов на основе полимеров ароматического и гетероциклического строения (волокон на основе полипарафенилентерефталамида и его сополимеров, полипарафениленбензобистиазолов и полипарафениленбензобисоксазолов, сверхвысокомолекулярного полиэтилена).

Физико-химические закономерности наполнения полимеров. Общие сведения об адсорбции полимеров на твердой поверхности и адгезии. Физико-химические закономерности формирования адгезионного соединения на поверхности наполнителя. Физико-химические основы наполнения аморфных полимеров. Физико-химические закономерности наполнения кристаллизующихся полимеров. Особенности формирования межфазной границы раздела при получении волокнистых композитов.

Получение и свойства газонаполненных композитов на основе термореактивных смол: пенополиуретанов, пенопластов на основе фенолоформальдегидных, эпоксидных, карбамидных олигомеров

Технологические принципы получения дисперснонаполненных полимерных композитов методами экструзии, литья под давлением, прессования, формирования композита на подложке и на внутренней поверхности.

Получение полимерных композитов, армированных волокнами, методами формирования на внешней поверхности на подложке, безматричной монолитизации и волоконной технологии.

Основы создания полимерных композиционных материалов с комплексом специальных свойств.

Общие сведения о механике полимерных волокнистых композиционных материалов.

Общая характеристика напряжений, возникающих в полимерных композиционных материалах, и математическое описание условий монолитности полимерных композитов.

Общие представления о механизме разрушения дисперснонаполненных и волокнистых композиционных материалов.

Математическое описание упруго-прочностных свойств волокнистых композиционных материалов.

### **Примеры вопросов (тем)**

1. Термореактивные полимерные связующие для композиционных материалов.
2. Закономерности получения жестких и эластичных пенополиуретанов.
3. Характеристика стекол, используемых для получения стеклянных волокон и влияние состава стекол на свойства волокна.
4. Технологические принципы получения и свойства стекловолокон.
5. Процесс получения борного волокна. Состав, структура и свойства борного волокна.
6. Общие принципы получения нитевидных кристаллов, получение «усов»  $Al_2O_3$ .
7. Принципы получения и свойства базальтового волокна.
8. Основные классы армирующих волокон для композиционных материалов. Строение. Общая характеристика свойств.
9. Получение и свойства высокопрочных высокомодульных волокон из ароматических полиамидов.
10. Особенности гель-технологии получения волокон из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Структура и свойства.
11. Особенности получения, структура и свойства высокомодульных углеродных волокон на основе полиакрилонитрильных волокон.
12. Получение и свойства сверхвысокомолекулярных высокопрочных волокон из полимеров гетероциклического строения (поли-*n*-фениленбензобистиазолов и поли-*n*-

фениленбензобисоксазолов).

13. Роль физико-химической совместимости компонентов в формировании межфазной границы раздела.

14. Способы повышения прочности сцепления наполнителя и связующего на межфазной поверхности.

15. Условия монолитности полимерных композиционных материалов при деформировании и их математическое описание.

16. Роль поверхностной энергии армирующих волокон в формировании межфазного слоя.

17. Физико-химические закономерности наполнения аморфных полимеров. Изменение термодинамических параметров и структуры полимера – матрицы при наполнении аморфных полимеров.

18. Влияние границы раздела (твердой фазы) на синтез сетчатых полимерных связующих.

19. Особенности кристаллизации и структуры полимера – матрицы в присутствии наполнителей.

20. Математическое описание продольных напряжений в армирующих волокнах и матрице при деформировании композита

21. Уравнения коэффициентов реализации прочности и модуля упругости однонаправленных полимерных волокнистых композитов .

#### Рекомендованная литература.

а) основная литература 1. Основы технологии переработки пластмасс /Под ред. Кулезнева В.Н. и Гусева В.К. - М.: Химия, 2004.

2. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология./Под ред. Берлина А.А. - С-Пб.: Профессия, 2008.

3. Дружинина Т.В., Редина Л.В. Полимерные композиционные материалы: основные понятия, получение и свойства полимерных матриц. – М.: ГОУВПО «МГТУ им. А.Н. Косыгина», 2010.

б) дополнительная литература:

1. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров - М.: Химия, 1991.

2. Армирующие химические волокна для композиционных материалов /Под ред. Кудрявцева Г.И. - М.: Химия, 1992.

3. Гуняев Г.М. Структура и свойства волокнистых полимерных композитов - М.: Химия, 1981.

#### 7. Информационно-справочные системы.

Информационно-поисковые системы:

[www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)

Базы данных:

1. <http://window.edu.ru/window/>

2. <http://elib.gpntb.ru/>

3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

4. <http://www.msu.ru/libraries/>

7. <http://www.khimvol.ru>

8. <http://www.igta.ru>