

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**Белгородский государственный технологический университет**  
**им. В.Г. Шухова**  
**Кафедра теоретической и прикладной химии**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор химико-технологического  
института  
  
Павленко В.И.  
" 15 " 09 2016 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины

**Химия и физика полимеров**

Направление подготовки:

18.03.01 «Химическая технология»

профиль подготовки:

«Технология и переработка полимеров»

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная


**Химико-технологический институт**  
**Кафедра теоретической и прикладной химии**

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:  
Федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» (уровень бакалавриата), профиль подготовки «Технология и переработка полимеров», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 года, № 1005  
плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова введенного в действие в 2016 году

Составитель: канд.техн.наук., доцент  Н.В. Ключникова


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой теоретической и прикладной химии

Заведующий кафедрой докт. техн.наук., профессор  В. И Павленко

" 13 " 09 2016 г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической и прикладной химии

" 13 " 09 2016 г. протокол № 2

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор  В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института  
" 15 " 09 2016 г., протокол № 1

Председатель канд.техн.наук., доцент

 Л.А. Порожнюк

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ОПК-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные понятия и определения химии и физики полимеров; номенклатуру, классификацию полимеров; методы синтеза основных типов полимеров – цепные и ступенчатые реакции; химические реакции полимеров; возможности химической модификации; особенности физических свойств полимеров в стеклообразном, высокоэластическом, вязко-текучем состояниях; релаксационные свойства, растворы полимеров; прочность и стабильность полимеров к различным видам воздействий; особенности упорядоченного состояния полимеров</p> <p><b>Уметь:</b> уметь определять кинетические характеристики образования полимеров; молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение; проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых работ и осуществлять анализ результатов</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– методами проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров</p>
2	ПК-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> современные методики синтезов, исследования и анализа свойств полимерных материалов и используемого сырья.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать необходимые методы</p>

			<p>исследований, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения при проведении исследовательских и проектных работ в области химии и технологии полимеров;</p> <p>с помощью данных отечественной и зарубежной научно-технической литературы выбирать направление поиска решения поставленной исследовательской задачи.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– методами математического анализа и моделирования, проведения стандартных испытаний по определению свойств исходных мономеров, олигомеров и определения основных свойств полимеров; навыками научно-исследовательской работы и аналитической обработки данных научно-технической литературы</p>
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Органическая химия
2	Химия мономеров

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технология и переработка полимеров

2	Модифицированные полимерные материалы
3	Конструкционные полимерные материалы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Аудиторные занятия, в т.ч.:</b>	85	85
лекции	34	34
лабораторные	51	51
практические		
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	131	131
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графич. задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	95	95
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	36	36

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	лекции	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость час		
			Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1. Классификация и особые свойства полимеров					
	Молекулярная масса полимеров. Основные понятия – полимер, олигомер, сополимер, мономер, структурное повторяющееся звено. Основные способы получения ВМС: полимеризация, поликонденсация, полимераналогичные превращения. Реакции деструкции и сшивания полимеров. Классификация высокомолекулярных веществ. Способы изображения полимерных молекул. Номенклатура и классификация полимеров. Три основных отличия полимеров: цепная структура, наличие в цепи повторяющихся звеньев или цепных фрагментов, наличие высокой молекулярной массы. Молекулярный вес, полидисперсность и молекулярно-массовое распределение полимеров (ММР). Методы усреднения молекулярного веса полимеров. Примеры природных, синтетических и искусственных полимеров	4			18
2. Классификация основных методов получения полимеров					

	Классификация цепных полимеризационных процессов. Понятие о цепных реакциях. Механизмы реакции цепной полимеризации. Элементарные акты процесса цепной полимеризации. Скорость и энергия отдельных элементарных актов. Реакционная способность мономеров и радикалов. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Анионная полимеризация. Поликонденсация. Ступенчатая полимеризация. Полимеризация циклических мономеров. Технические приемы синтеза полимеров	4		14	17
3. Молекулярное строение полимеров и особенности их физических свойств.					
2	Молекулярное строение полимеров: понятие конфигурации и конформации в приложении к макромолекулам, первичная, вторичная и третичная структура полимеров. Причины, обуславливающие гибкость цепных макромолекул. Равновесная (термодинамическая) гибкость макромолекул и области ее применения, понятие о статистическом сегменте (сегмент Куна).	4		10	10
4. Агрегатные и физические состояния полимеров.					
4	Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Физические состояния аморфных полимеров (стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее), температуры стеклования и текучести. Особенности физических состояний кристаллизующихся полимеров. Особенности аморфного и кристаллического состояния линейных полимеров. Глобулярные кристаллы монодисперсных полимеров. Пространственная организация и стереорегулярность линейных макромолекул как основное условие кристаллизации полимеров. Возникновение первичных коротких и длинных нитевидных ламелей (микрофибрилл), образование пластинчатых монокристаллов и сферолитов. Степень кристалличности полимеров и методы ее определения. Уравнение Авраами. Полимерные кристаллиты с полностью вытянутыми цепями. Особенности механических свойств кристаллических полимеров. Мезоморфные состояния низкомолекулярных веществ, жидкие и пластические кристаллы. Мезогенные группы в макромолекулах. Лиотропные жидкие кристаллы высокомолекулярных соединений, теоретический анализ и диаграммы состояний. Термот-	4		10	16

	<p>ропные жидкие кристаллы высокомолекулярных соединений. Жидкокристаллические полимеры с мезогенными группами в основной и боковых полимерных цепях. Аморфные состояния полимеров. Стеклообразное состояние полимеров. Физические методы и информация, получаемая при изучении фазовых переходов второго рода в аморфных полимерах. Природа стеклообразного состояния в полимерах. Структура макромолекул и области температурных переходов из стеклообразного в высокоэластическое состояние. Температура стеклования и ее зависимость от температурного режима охлаждения. Работоспособность полимеров в стеклообразном состоянии, температура хрупкости. Термомеханические свойства полимеров.</p>				
5. Деформационные и реологические свойства полимеров					
5 6	<p>Деформационные свойства полимеров в стеклообразном состоянии, упругая и вынужденноэластическая деформации, температура хрупкости. Высокоэластическая деформация и ее релаксационный характер, эластичность и остаточные деформации реальных эластомеров. Механическая прочность, ориентация и термоусадка полимерных пленок.</p> <p>Реологические свойства полимеров в вязко-текучем состоянии, переработка полимеров в изделия различными методами: литьем, экструзией, каландрированием, вакуум- и пневмоформированием.</p>	6		9	18
6. Вязко-текучее состояние полимеров. Растворы полимеров.					
7	<p>Ограниченное и неограниченное набухание полимеров. Диаграммы фазового равновесия систем ВМС - растворитель. Термодинамика образования растворов. Критерии подбора растворителя. Второй вириальный коэффициент. Вязко-текучее состояние полимеров и многуровневый механизм течения расплавов полиме-</p>	8		8	16



	<p>ров. Механические и вязкостные свойства текучих полимерных систем. Особенности течения наполненных полимерных систем. Свойства растворов полимеров как термодинамически равновесных систем. Термодинамика растворов полимеров: изменение энтальпии и энтропии при переходе полимера в раствор, неидеальность растворов полимеров, критические температуры смешения полимера и растворителя. Классическая теория растворов полимеров Флори - Хаггинса. Второй вириальный коэффициент и его связь со свободной энергией. Хорошие, плохие и <math>\theta</math>-растворители. Отклонения от классической теории растворов. Неприменимость классической теории к описанию свойств разбавленных растворов полимеров. Понятие исключенного объема и его связь с "набуханием" и "сжатием" полимерных клубков в растворах. Фазовые равновесия в растворах полимеров. Влияние жесткости макромолекул на процесс разделения фаз, возникновение жидкокристаллической организации макромолекул.</p>				
	Итого	36		51	95

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практических (семинарских) занятий не предусмотрено.

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	2	3	4	5
семестр № 6				
2	Классификация основных методов получения полимеров	Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Синтезы полимеров методами радикальной полимеризации, поликонденсации	14	14
3	Молекулярное строение полимеров и особенности их физических свойств	Получение полиметилметакрилата радикальной полимеризацией. Определение молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом.	6	6
		Катионная полимеризация стирола. Полимеризация стирола в растворе в присутствии четыреххлористого олова.	4	4
4	Агрегатные и физические состояния полимеров.	Определение содержания свободной и связанной серы. Определение плотности вулканизационной сетки по данным равновесного набухания резин в м-ксилоле (толуоле)	10	10
5	Деформационные и реологические свойства полимеров	Стеклование. Упругость	9	9
6	Вязко-текучее состояние полимеров. Растворы полимеров	Ползучесть полимеров	8	8
ИТОГО:			51	51

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**5.1. Перечень типовых вопросов (типовых заданий)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
<b>6 семестр</b>		
1	Классификация и особые свойства полимеров	<p>Понятия: макромолекула, элементарное звено, степень полимеризации, мономер, полимер.</p> <p>Признаки, положенные в основу классификации. Гомоцепные полимеры. Реакции цепной полимеризации</p> <p>Гетероцепные полимеры. Реакции ступенчатой полимеризации</p> <p>Функциональные группы. Примеры образования межзвенных связей в молекуле полимеров</p>
2	Классификация основных методов получения полимеров	<p>Сравнительная характеристика реакций цепной и ступенчатой полимеризации</p> <p>Пути управления синтезом при реакциях цепной и ступенчатой полимеризации</p> <p>Инициаторы, регуляторы, ингибиторы в реакциях цепной полимеризации, их назначение</p> <p>Классификация реакций с участием полимеров, привести примеры</p> <p>Полимераналогичные реакции; определение и примеры</p> <p>Внутримолекулярные реакции, определение и примеры</p>
3	Молекулярное строение полимеров и особенности их физических свойств.	<p>Какие Вы знаете реакции, приводящие к увеличению или уменьшению молярной массы? Аморфные полимеры. Надмолекулярная структура в аморфном состоянии (модель Йея)</p> <p>Ближний и дальний порядок в расположении макромолекул</p> <p>Ориентированные полимеры. надмолекулярная структура (модель петерлина)</p> <p>Понятие фазового перехода. Фазовый переход I и II рода</p> <p>Кристаллизация и стеклование полимеров</p> <p>Физические состояния полимеров</p> <p>Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояние полимеров</p> <p>Методы определения температуры стеклования</p> <p>Агрегатные состояния полимеров</p> <p>Понятие свободного объема и коэффициента упаковки макромолекул</p>

4	Агрегатные и физические состояния полимеров.	В чем отличие равновесной и неравновесной поликонденсации? В каком случае получается полимер с более высокой молекулярной массой и почему
5	Деформационные и реологические свойства полимеров	Что такое деструкция полимеров? Перечислите известные Вам виды деструкций. Какие различия между деструкцией и деполимеризацией? Как влияет структура полимера на механизм реакции?
6	Вязко-текучее состояние полимеров. Растворы полимеров	Какие различия между деструкцией и деполимеризацией? Как влияет структура полимера на механизм реакции? Выведите уравнение скорости равновесной поликонденсации кислоты с диолом. Как протекает процесс термоокислительной деструкции? Какие соединения при этом образуются?

**5.2 Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.**

Курсовые проекты и курсовые работы при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

**5.3 Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

Не предусмотрены учебным планом

**5.2 Перечень контрольных работ**

Контрольные работы не предусмотрены.

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров : учебник / В.Н.Кулезнев, В.А.Шершнева - М. : Химия, 2007. - 367 с.
2. Дробницкая, Н.В., Ключникова Н.В. Синтез высокомолекулярных соединений и органических красителей: учебно-практическое пособие. - Белгород: БГТУ, 2016. - 130 с.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Новиков, В.У Полимерные материалы для строительства : справочник / В. У. Новиков. - М. : Высш. шк., 1995. - 448 с.

### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.chemport.ru/>

### **6.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

Microsoft Windows 7 and Windows Server 2008 R2 Service Pack, договор № №63-14кот  
02.07.2014.

Microsoft Office Professional 2013, договор № 31401445414 от 25.09.2014

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, лицензия № 17E0170707130320867250

Google Chrome

Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

Mozilla Firefox

Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Учебная лаборатория аналитической и органической химии: вытяжные шкафы, лабораторная посуда, бани водяные, шкаф сушильный BINDER, вакуумный сушильный шкаф, трясушка, аппарат для встряхивания, термостаты, магнитные мешалки, центрифуги, технические ВЛКТ и ВК-600, электролизеры, электрические плитки, аквадистиллятор АЭ-15, печь муфельная ЭКСП-10, печь муфельная СНОЛ, вискозиметр, экстрактор, лабораторные мешалки ЛЕ-305; ультратермостат; дистиллятор, установки для перегонки органических соединений, информационные стенды.

Для осуществления образовательного процесса на лекционных и практических занятиях используется следующее программное обеспечение:

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями изменений

Рабочая программа утверждена с изменениями в разделе 6.1. на 2017/2018 учебный год:

### 6.1.Перечень основной литературы

- 1.Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров : учебник / В.Н.Кулезнев, В.А.Шершнев - М. : Химия, 2007. - 367 с.
2. Дробницкая, Н.В. Синтез высокомолекулярных соединений и органических красителей/ Н.В.Дробницкая, Н.В. Ключникова: учебно-практическое пособие. - Белгород: БГТУ, 2016. - 130 с.
3. Дробницкая, Н.В. Синтез высокомолекулярных соединений и органических красителей[Электронный ресурс]/ Н.В.Дробницкая, Н.В. Ключникова учебно-практическое пособие. - Белгород: БГТУ, 2016. - 130 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016062014261162100000654548>

Протокол № \_\_\_\_14\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_5\_» \_\_\_\_06\_\_\_\_ 2017 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ



Павленко В.И.

Директор института ХТИ



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 / 2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «21» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Павленко В.И. Павленко

Директор института \_\_\_\_\_ Павленко В.И. Павленко  
подпись, ФИО



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа утверждена на 2019/2020 учебный год без изменений

Протокол № 13 заседания кафедры от «22» мая 2019 г.


/Заведующий кафедрой ТиПХ Павленко Павленко В.И.

/Директор института ХТИ Павленко Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ И ГРАФИКА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (ГРС)

Рабочая программа и ГРС утверждена без изменений на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «14» 05 2020г.

Заведующий кафедрой ТиПХ, д.т.н, профессор  Павленко В.И.


Директор ХТИ  Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год без изменений

Протокол № 10 заседания кафедры от «27» мая 2021 г.

/Заведующий кафедрой ТиПХ  Павленко В.И.

Директор института ХТИ  Ястребинский Р.Н.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение №1.

### Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Основной вид учебных занятий студентов — самостоятельная работа над учебным материалом. В курсе химии она складывается из следующих элементов: изучение дисциплины по учебникам и учебным пособиям; выполнение индивидуальных домашних заданий; оформление лабораторных работ, подготовка к защитам тем лабораторного практикума. Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

#### *Методические рекомендации при работе над конспектом лекций*

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов.

Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы.

Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах. **План** — это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень

вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

**Конспект** — это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- *План-конспект* — это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- *Текстуальный конспект* — это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- *Свободный конспект* — это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Студентам читаются лекции по важнейшим разделам курса, на которых излагаются не все вопросы, представленные в программе, а глубоко и детально рассматриваются принципиальные, но недостаточно полно освещенные в учебной литературе понятия и закономерности, составляющие теоретический фундамент курса химии. На лекциях даются также методические рекомендации для самостоятельного изучения студентами остальной части курса.

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент

должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

***Методические рекомендации студентам по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к лабораторным занятиям***

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются лабораторные занятия.

Планы лабораторных занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводном занятии.

Студенты выполняют следующие лабораторные работы:

Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Синтезы полимеров методами радикальной полимеризации

1. Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Синтезы полимеров методами радикальной полимеризации, поликонденсации. Литература : основная [3] с.76-86,
2. Получение полиметилметакрилата радикальной полимеризацией. Определение молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом. [3] с.74-75.  
Литература: основная [3] с.82-84. Катионная полимеризация стирола. Полимеризация стирола в растворе в присутствии четыреххлористого олова [3] с.88.
3. Определение содержания свободной и связанной серы [3] с.154.  
Определение плотности вулканизационной сетки по данным равновесного набухания резин в м-ксилоле (толуоле) [3] с.155
4. Стеклование [3] с.127
5. Упругость [3] с.121
6. Ползучесть полимеров [3] с.112