Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.В. Бурмистров
«12» 10 2017 г.

Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А

По дисциплине Б1.В.ОД.12 **Химия и физика полимеров**
Направление подготовки **18.03.01 «Химическая технология»**
Профиль подготовки **Технология и переработка полимеров**
Квалификация (степень) выпускника **Бакалавр**
Форма обучения **Очная**
Институт, факультет **Институт полимеров, факультет технологии и переработки каучуков и эластомеров**
Кафедра-разработчик рабочей программы **Химии и технологии переработки эластомеров**

Курс **3**, семестр **5**

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия	36	1,0
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации – зачет, экзамен	36	1
Всего	216	6

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11 августа 2016 года по направлению 18.03.01 «Химическая технология» (профиль «Технология и переработка полимеров») на основании учебного плана набора обучающихся 2017 г.

Разработчик программы:

Доцент _____ Л.Ю. Закирова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТПЭ протокол № 2 от 16.10 2017 г.

Зав. кафедрой _____ С.И. Вольфсон

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета технологии и переработки каучуков и эластомеров института полимеров протокол № 2 от 16.10 2017 г.

Председатель комиссии _____ Х.М. Ярошевская

Начальник УМЦ _____ Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химия и физика полимеров» являются:
а) формирование знаний о параметрах и характеристиках молекулярной и надмолекулярной структуры высокомолекулярных соединений;
б) приобретение студентами навыков оценки взаимосвязи вышеназванных параметров и характеристик с технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров;
в) освоение методов исследования структуры и свойств полимеров и материалов на их основе.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия и физика полимеров» относится к обязательным дисциплинам вариативной части и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 набор специальных знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Химия и физика полимеров» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 должен освоить материал предшествующих дисциплин:
Б.1.Б.10 – Общая и неорганическая химия;
Б.1.Б.11 – Органическая химия;
Б.1.Б.12– Физическая химия;
Б1.В.ДВ.7-1 – Введение в химию высокомолекулярных соединений.

Дисциплина «Химия и физика полимеров» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:
Б1.В.ОД.13 – Технология переработки эластомеров.
Б1.В.ДВ.8-1 – Технология резиновых изделий.
Б1.В.ДВ.6-1 – Сырье и материалы для резиновой промышленности.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Химия и физика полимеров» будут использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Выпускник должен обладать следующими **компетенциями:**

ОПК-3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.

ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:
а) современные представления о фазовых и физических состояниях полимеров; понятия фазовых переходов;
б) представления о надмолекулярной структуре полимеров;
в) теорию смешения полимеров.

Уметь:
а) проводить исследования молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров;

б) осуществлять анализ состояния объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследования;
в) уметь интерпретировать полученные результаты расчетов и делать необходимые выводы.

Владеть:

а) знаниями о взаимосвязи структуры и свойств полимеров;

б) навыками определять и систематизировать данные о структуре полимеров, необходимые для проведения технологических процессов изготовления резиновых изделий;

в) методами анализа физического состояния полимеров для качественной переработки их в готовое изделие.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов), дисциплина завершается экзаменом.

Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1 Надмолекулярная структура полимеров.	5	6	3	2	10	Опрос по вопросам ТБ, экзамен.
2 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров	5	6	3	6	16	Прием отчета по лабораторной работе, опрос по теме занятия. Коллоквиум и участие в групповой дискуссии, экзамен.
3 Физические состояния полимеров	5	6	3	6	16	Прием отчета по лабораторной работе, опрос по теме занятия. Коллоквиум и участие в групповой дискуссии, экзамен.
4 Высокоэластическое состояние полимеров	5	6	3	12	16	Прием отчета по лабораторной работе. Коллоквиум и участие в групповой дискуссии, экзамен.
5 Термодинамика растворения и набухания полимеров	5	6	3	6	16	Прием отчета по лабораторной работе, опрос по теме занятия, экзамен.
6 Адгезия полимеров. Смеси полимеров.	5	6	3	4	16	Прием отчета по лабораторной работе, опрос по теме занятия, экзамен.
Всего		36	18	36	90	
Форма аттестации – 36 ч.						Зачет, экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1 Надмолекулярная структура полимеров.	6	Лекция 1. Гибкость цепи полимеров	Взаимосвязь между физическими свойствами и химическим строением полимеров. Внутреннее вращение в макромолекулах. Конфигурация и конформация макромолекул. Лекция 2. Представления о надмолекулярной (физической) структуре вещества. Исследование структурных процессов, развивающихся в полимерных материалах. Основные представления о структуре полимеров. Кристаллические полимеры. Кристаллографические ячейки. Монокристаллы. Сферолиты. Ориентированное состояние полимеров. Аморфные полимеры. Модели строения аморфных полимеров. Структура аморфного полимера.	ОПК-3, ПК-16
2 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров	6	Лекция 3. Общие представления о фазовых состояниях и фазовых переходах. Агрегатные и фазовые состояния веществ. Фазовые переходы. Особенности упорядоченного состояния полимеров. Кристаллизация и стеклование полимеров. Физические состояния аморфных полимеров. Способность полимеров к кристаллизации. Механизм и кинетика кристаллизации. Термодинамика плавления и кристаллизации. Температура плавления и строение макромолекулы. Свободный объем полимера и коэффициенты упаковки макромолекул.		ОПК-3, ПК-16
3 Физические состояния полимеров	6	Лекция 4. Отличие физических и фазовых состояний полимеров от низкомолекулярных соединений. Критическая молекулярная масса. Взаимосвязь гибкости полимерной цепи и критической молекулярной массы. Поведение высокомолекулярных соединений в температурном поле. Взаимопереходы полимерных материалов при изменении температуры. Характеристики физических состояний полимеров, в чем общность и принципиальные различия. Лекция 5. Стеклообразное состояние полимеров. Релаксационный характер процесса стеклования. Механизм процесса стеклования. Методы определения температуры стеклования. Структурное и механическое стеклование. Химическое строение полимеров и		ОПК-3, ПК-16

		температура стеклования. Влияние молекулярной массы полимера на температуру стеклования. Термомеханический метод исследования полимеров.	
4 Высокоэластическое состояние полимеров	6	Лекция 6. Понятие высокоэластического состояния. Упругая деформация. Необратимая деформация течения. Вязкоупругие тела. Высокоэластическая деформация. Эластичность идеального каучука. Эластичность реального каучука. Релаксационная природа высокоэластичности. Скорость развития высокоэластической деформации. Релаксация напряжения. Принцип температурно-временной суперпозиции. Время релаксации и энергия активации высокоэластической деформации. Высокоэластическая деформация и строение полимеров. Ползучесть полимерных материалов. Лекция 7. Вязкотекучее состояние полимеров. Термомеханическая кривая аморфных линейных полимеров. Влияние молекулярной массы полимера на температуру текучести. Оценка кинетической гибкости цепи по термомеханическим кривым. Термомеханическая кривая кристаллических полимеров. Особенности поведения сетчатых полимеров.	ОПК-3, ПК-16
5 Термодинамика растворения и набухания полимеров	6	Лекция 8 Термодинамическое сродство растворителя к полимеру, или термодинамическое качество растворителя. Давление пара над растворами полимеров. Идеальные и неидеальные растворы. Осмотическое давление растворов полимеров. Давление набухания. Второй вириальный коэффициент. Свободная энергия смешения полимера с растворителем. Термодинамическая устойчивость систем. Энтальпия или теплота смешения. Внутренняя энергия смешения. Энтропия смешения. Критерии ВКТР и НКТР. Термодинамика растворения и строение полимеров. Лекция 9. Представления о моделях растворов. Теория Флори-Хаггинса. Энтропия смешения при получении атермического раствора. Изменение свободной энергии при растворении полимеров. Фазовое равновесие в растворах полимеров. Теория разбавленных растворов полимеров. Статистическая теория набухания сетчатых полимеров. Принцип соответственных состояний. Теория Пригожина. Жидкости с цепными молекулами. Термодинамика смесей жидкостей с цепными молекулами. Новая теория Флори.	ОПК-3, ПК-16
6 Адгезия полимеров. Сме-	6	Лекция 10 Работа адгезии. Адгезионная прочность. Теории адгезии. Адсорбционная	ОПК-3, ПК-16

си полимеров.		(молекулярная) теория адгезии. Теория адгезии, основанная на рассмотрении разрушения. Теория слабого граничного слоя. Диффузионная теория адгезии. Зависимость адгезии полимеров от условий формирования контакта на границе раздела и природы субстрата. Основные способы повышения адгезии полимеров к металлам, полимерам. Лекция 11 Структура смесей полимеров. Механические свойства смесей полимеров. Методы оценки совместимости полимеров в растворе. Определение взаимной растворимости полимеров. Определение температур стеклования смесей полимеров. Термодинамика смешения полимеров. Свободная энергия смешения. Энтальпия смешения. Энтропия смешения. Термодинамическая устойчивость систем полимер-полимер. Фазовое равновесие в системах полимер-полимер. Трехкомпонентные системы. Бинарные системы.	

6. Содержание практических занятий

При изучении дисциплины «Химия и физика полимеров» во время практических занятий предусмотрены сдача коллоквиума и групповая дискуссия.

Раздел дисциплины	**Часы**	**Тема практического занятия/ семинара**	**Формируемые компетенции**
1 Надмолекулярная структура полимеров.	3	Коллоквиум 1 Гибкость цепи полимеров. Взаимосвязь между физическими свойствами и химическим строением полимеров.	ОПК-3, ПК-16
2 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров	3	Коллоквиум 2. Кристаллизация и стеклование полимеров. Физические состояния аморфных полимеров.	ОПК-3, ПК-16
3 Физические состояния полимеров	3	Коллоквиум 3. Релаксация деформации и напряжения.	ОПК-3, ПК-16
4 Высокоэластическое состояние полимеров	3	Коллоквиум 4. Высокоэластическая деформация. Эластичность идеального каучука.	ОПК-3, ПК-16
5 Термодинамика растворения и набухания полимеров	3	Коллоквиум 5. Термодинамическое сродство растворителя к полимеру, или термодинамическое качество растворителя.	ОПК-3, ПК-16
6 Адгезия полимеров. Смеси полимеров	3	Коллоквиум 6. Теории адгезии. Адгезионная прочность.	ОПК-3, ПК-16

7. Содержание лабораторных занятий

Целью проведения лабораторных занятий при изучении дисциплины «Химия и физика полимеров» является освоение лекционного материала, касающегося основных тем дисциплины, а также приобретение студентами определённых навыков, связанных со способами синтеза высокомолекулярных соединений, определения их состава и свойств, умением обработки и объяснения получаемых экспериментальных данных.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории синтеза кафедры ТСК с использованием специального оборудования.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине «Химия и физика полимеров»

Раздел дисциплины	**Часы**	**Наименование лабораторной работы**	**Формируемые компетенции**
1 Надмолекулярная структура полимеров.	2	Изучение надмолекулярной структуры полимеров методом рентгено-графического анализа	ОПК-3, ПК-16
2 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров	6	Оценка фазовых переходов полимеров методом дифференциально-термического анализа и дифференциально-сканирующей калориметрией	ОПК-3, ПК-16
3 Физические состояния полимеров	6	Изучение стеклообразного состояния полимеров методом термомеханического анализа	ОПК-3, ПК-16
4 Высокоэластическое состояние полимеров	12	Определение времени релаксации сетчатых эластомеров. Определение плотности энергии когезии полимеров.	ОПК-3, ПК-16
5 Термодинамика растворения и набухания полимеров	6	Определение плотности цепей сетки по механическим свойствам полимера и по данным набухания	ОПК-3, ПК-16
6 Адгезия полимеров. Смеси полимеров.	4	Определение приведенной и характеристической вязкости, молекулярной массы и теплоты активации вязкого течения полимера при разных температурах на капиллярном вискозиметре.	ОПК-3, ПК-16

8. Самостоятельная работа бакалавра

При изучении дисциплины «Химия и физика полимеров» самостоятельная работа бакалавра включает следующие виды работ:

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1 Надмолекулярная структура полимеров.	10	Изучение теоретического материала для сдачи коллоквиума	ОПК-3, ПК-16
2 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров	16	Подготовка теоретического материала по фазовому состоянию полимеров для сдачи коллоквиума, экзамена. Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление выполненных работ.	ОПК-3, ПК-16
3 Физические состояния полимеров	16	Подготовка к сдаче коллоквиума по теме, к экзамену. Подготовка к выполнению лабораторных работ Оформление выполненных работ.	
4 Высокоэластическое состояние полимеров	16	Подготовка к сдаче коллоквиума по теме, к экзамену. Подготовка к выполнению лабораторных работ Оформление выполненных работ.	
5 Термодинамика растворения и набухания полимеров	16	Изучение теоретического материала для сдачи коллоквиума, экзамена. Оформление и сдача отчета по лабораторному практикуму	
6 Адгезия полимеров. Смеси полимеров.	16	Изучение теоретического материала для сдачи коллоквиума и экзамена.	ОПК-3, ПК-16
Всего	90		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Химия и физика полимеров» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Поскольку по дисциплине «Химия и физика полимеров» в 5 семестре предусмотрен зачет и экзамен, суммарный рейтинг складывается из баллов по теоретической части (экзамен) и текущего контроля.

Рейтинг по результатам экзамена: максимально 40 баллов, минимально 24 балла. Рейтинг по результатам освоения дисциплины «Химия и физика полимеров» составляет максимально 100 баллов, минимально – 60 баллов.

Оценочные средства	***Кол-во***	***Min, баллов***	***Max, баллов***
Лабораторная работа	4	12	28
Коллоквиум + групповая дискуссия	4 4	12 12	18 14
Экзамен		24	40
Итого:		60	100

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Химия и физика полимеров» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Химия и физика полимеров Тексты лекций (ч.1. Химия) /ЗакироваЛ. Ю., Хакимуллин Ю.Н.-Казань, КНИТУ, 2012, - 156с.	70 экз в УНИЦ КНИТУ
2. Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров: учебное пособие/ Ю.Н. Хакимуллин, Л. Ю. Закирова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017, – 140с.	66 экз в УНИЦ КНИТУ
3. Куренков В.Ф. Химия и физика высокомолекулярных соединений. Казань: ООО «Инновац.-издат.дом «Бутлер. Наследие»», 2009. – 292 с.	48 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров: Семчиков Ю.Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. - Издательство «Лань», 2-е изд., 2014. – 224 с	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
5 Криштафович В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров/, В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович., Н.В. Еремеева.- Дашков и К. 2016.- 208 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/go.php?d=513811 Доступ из любой точки Интернета после регистрации
6. Шипина, О.Т. Термический анализ в изучении полимеров [Учебники] : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань, 2014 .— 97 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Каучук и резина. Наука и технология. Монография. Пер. с англ.: Научное издание / Дж. Марк, Б. Эрман, Ф. Эйрич (ред.) – Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект», 2011. – 768 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ 1 экз. на кафедре
2. Физические и химические процессы при переработке полимеров. Учебное пособие/ М.Л. Кербер, А.М. Буканов, С.И. Вольфсон и др.// СПб: Научные основы и технологии, 2013. – 314 с., ил.	1 экз. на кафедре ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/ books/Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

3. Производство резиновых смесей. Пер. с англ. Под ред. Б.Л. Смирнова / А. Лампер // СПб.: ЦОП «Профессия», 2013. – 264 с., цв. ил.	1 экз. на кафедре ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/ go.php?/ d=438532 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
4. Осошник И. А., Шутилин Ю. Ф., Карманова О. В., Серегин Д. Н. Учебное пособие; "Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров". Воронежский государственный университет инженерных технологий .- 2011 г. , 332 с.	ЭБС «Книгафонд» www.knigafund.ru/books/178798 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
5. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров: Учебное пособие. – 3-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 368 с.	1 экз на кафедре http://e.lanbook.com/books/51931 Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
6. Химия и технология синтетического каучука. / Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А.,-М., КолосС, 2008,-360 с.	351 экз в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Химия и физика полимеров» рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

1. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа: http://ft.kstu.ru/ft/
2. ЭБС «Лань» – Режим доступа:http://e.lanbook.com/books/
3. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа:www.knigafund.ru
4. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: http://ruslan.kstu.ru
5. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: http://znanium.com
6. Образовательный портал по химии "HIMUS" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://himus.umi.ru/, свободный.

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Учебно-научный информационный центр

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12.Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук (ауд. Б-120), рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в интернет (ауд. Б-118).

Лабораторный практикум проводится:

- в лаборатории кафедры Технологии синтетического каучука , где в вытяжных шкафах собраны установки синтеза: колбы с обратными холодильниками, плитками, мешалками; Твердомер универсальный ТИР-4 ; Муфельная печь ; Весы электронные CAS CUX420H ; Весы аналитические HTR-120CE Shinko Oenshi; Весы ВСП-0,5/0,1-1 2 шт.; Цифровая магнитная мешалка с подогревом MSH-1LT ; Низкотемпературная лабораторная электропечь сопротивления SNOL20/300 ; Термостат для определения вязкости на 3 вискозиметра LOIP LT-910 ; Микроскоп Альтами БИО 8; Портативный твердомер ТЭМП-4 ; Перемешивающие устройства: Meidollph RZR 202 2 шт.,LS-110(Loip), ES-8300 5 шт., Wisd HS-120A; Рефрактометр ИРФ-454Б2М -2шт.; pH-метр 150МИ 2 шт; Колбообогреватели ЛТ-25- 8 шт.; Модульные рамки для испытания резин.

13. Образовательные технологии

При проведении лабораторных занятий и практикума 54 часа проводятся в интерактивной форме. Для разбора и усвоения материала проводятся групповые дискуссии во время сдачи коллоквиумов, обсуждение результатов лабораторных работ по теме работы с каждой бригадой.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Химия и физика полимеров» пересмотрена на заседании кафедры Химии и технологии переработки эластомеров

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №___ от __.____20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ-чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ ОАиД
	№1 от 06.09.18	нет	Нет/есть			