

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Химия и физика полимеров
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления)

Направленность: Химическая технология (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – изучение основ химии и физики полимеров.

Задачи:

- изучение современных представлений о строении и свойствах высокомолекулярных соединений (полимеров);
- изучение теоретических основ синтеза высокомолекулярных соединений и их химических превращений;
- формирование умения синтезировать высокомолекулярные соединения в лабораторных условиях;
- формирование навыков определения характеристик полимерных композиционных материалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- строение и свойства макромолекул;
- методы синтеза полимеров;
- технические приемы синтеза полимеров;
- физические и фазовые состояния;
- методы определения физико-механических характеристик полимеров;
- методы определения реологических свойств растворов и расплавов полимеров,

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.10	ИД-1ПК-2.10	Знание методов получения, химического строения и свойств полимеров	Знает свойства основных и вспомогательных веществ для получения и переработки полимерных и композиционных материалов, энергонасыщенных материалов и изделий в соответствии с национальными стандартами и техническими условиями; методы исследований структуры и свойств сырья и исходных материалов; оборудование лаборатории и правила его эксплуатации	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.10	ИД-2ПК-2.10	Умение подбирать методики исследований полимерных материалов	Умеет подбирать методики проведения лабораторных исследований сырьевых материалов; производить лабораторный анализ основных и вспомогательных сырьевых материалов, препрегов и полупродуктов переработки;	Реферат
ПК-2.10	ИД-3ПК-2.10	Владение навыками анализа исходных материалов для полимерных композиционных материалов, и обработки результатов испытаний.	Владеет навыками проведения испытаний сырьевых материалов, препрегов и полупродуктов переработки; составления протоколов испытаний сырьевых материалов, препрегов и полупродуктов переработки; обработки результатов измерений параметров сырья	Защита лабораторной работы
ПК-2.11	ИД-1ПК-2.11	Знает структуру и свойства полимерных композиционных материалов и их характеристики	Знает свойства и характеристики порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и их исходных веществ	Экзамен
ПК-2.11	ИД-2ПК-2.11	Умение проводить оценку свойств полимеров, полимерных композиционных материалов	Умеет проводить испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов, изделий из них и их исходных веществ	Экзамен
ПК-2.11	ИД-3ПК-2.11	Владеет навыками методами комплексной оценки свойств полимерных композиционных материалов	Владеет навыками проведения исследований характеристик порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов, изделий из них и их исходных веществ	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	112	56	56
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	18	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	140	70	70
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	288	126	162

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Основы синтеза полимеров	4	0	6	30
Тема 1. Основные понятия. Классификация полимеров. Полимер. Мономер. Макромолекула. Степень полимеризации. Принципы классификации полимеров. Тема 2. Методы получения полимеров. Общие сведения о полимеризации, поликонденсации, ступенчатой полимеризации. Тема 3. Способы проведения полимеризации и поликонденсации. Полимеризация: блочная, эмульсионная, суспензионная, в растворе. Поликонденсация: в расплаве, в растворе, межфазная, в твердой фазе.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Реакции получения полимеров	14	18	12	40
<p>Тема 4. Радикальная полимеризация. Характеристика и основные стадии радикальной полимеризации. Инициаторы и механизмы их распада. Кинетика радикальной полимеризации. Реакции передачи цепи. Ингибирование радикальных процессов. Примеры синтеза полимеров.</p> <p>Тема 5. Радикальная сополимеризация. Понятие сополимеризации. Уравнение дифференциального состава сополимеров.</p> <p>Тема 6. Ионная полимеризация. Общая характеристика ионной полимеризации.</p> <p>Тема 7. Катионная полимеризация. Характеристика и основные стадии катионной полимеризации. Стадия инициирования: основные типы катализаторов. Стадия роста цепи. Стадия ограничения роста цепи: обрыв цепи и передача цепи. Кинетика катионной полимеризации. Примеры синтеза полимеров.</p> <p>Тема 8. Анионная полимеризация. Характеристика и основные стадии анионной полимеризации. Стадия инициирования: основные типы катализаторов. Стадия роста цепи. Стадия ограничения роста цепи: обрыв цепи и передача цепи. Примеры синтеза полимеров.</p> <p>Тема 9. Ионно-координационная полимеризация. Характеристика ионно-координационная полимеризация. Катализаторы. Катионные процессы.</p> <p>Тема 10. Анионно-координационная полимеризация. Катализаторы. Анионно-координационная полимеризация на алкилах щелочных металлов. Примеры синтеза полимеров.</p> <p>Тема 11. Координационно-комплексная полимеризация. Катализаторы полимеризации. Механизм полимеризации. Примеры синтеза полимеров.</p> <p>Тема 12. Ступенчатые процессы синтеза полимеров. Общие сведения о поликонденсации и ступенчатой полимеризации. Сравнительная характеристика ступенчатых и цепных процессов синтеза полимеров.</p> <p>Тема 13. Равновесная поликонденсация. Основные закономерности равновесной поликонденсации. Примеры полимеров.</p> <p>Тема 14. Неравновесная поликонденсация. Основные закономерности неравновесной поликонденсации. Правило неэквивалентности Коршака. Примеры полимеров.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 5-му семестру	18	18	18	70
6-й семестр				
Основные положения физики полимеров	10	8	8	40
Тема 20. Строение и свойства макромолекул. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение в полимерных системах. Методы измерения молекулярной массы полимеров. Интегральные и дифференциальные кривые распределения молекулярной массы. Тема 21. Понятие конформации. Гибкость макромолекулярных цепей (термодинамическая и кинетическая). Способы оценки термодинамической и кинетической гибкости макромолекулярных цепей. Влияние химической природы полимера на гибкость цепей. Тема 22. Взаимодействие в полимерах. Внутримолекулярное и межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Тема 23. Надмолекулярная структура полимеров. Надмолекулярная структура. Флуктуационная сетка. Тема 24. Фазовые состояния полимеров. Фазовые состояния полимеров. Термодинамика фазовых переходов. Особенности процессов кристаллизации жесткоцепных и гибкоцепных полимеров. Тема 25. Физические состояния полимеров. Физические состояния полимеров: кристаллическое, аморфное (стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее). Тема 26. Кристаллизация полимеров. Механизм и кинетика кристаллизации. Кристаллизация при растяжении. Влияние молекулярной структуры на кристаллизацию. Тема 27. Физические переходы аморфной фазы. Молекулярно-кинетическая природа физических состояний аморфной фазы (стеклообразного, высокоэластического, вязко-текучего). Механизм возникновения больших деформаций. Термомеханическая кривая. Температура стеклования и температура текучести. Методы изучения физических переходов. Структурное и механическое стеклование. Влияние строения полимеров на температуру стеклования и температуру текучести.				
Свойства полимеров	8	10	10	30
Тема 28. Релаксационные свойства полимеров. Релаксация напряжения и релаксация деформации. Ползучесть полимеров и кривая ползучести. Время релаксации.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Критерий Деборы. Принцип температурно-временной суперпозиции.</p> <p>Тема 29. Стеклообразное состояние и стеклование полимеров.</p> <p>Теории стеклования. Влияние структуры полимера на температуру стеклования. Методы определения температуры стеклования: дилатометрия, зависимость теплоемкости от температуры, термомеханический метод.</p> <p>Тема 30. Высокоэластическое состояние полимеров. Высокоэластическая деформация. Эластичность идеального и реального каучука. Связь высокоэластической деформации со строением полимеров.</p> <p>Тема 31. Вязко-текучее состояние полимеров. Общие закономерности деформации вязко-упругих тел, механизм течения полимеров. Вязкость полимеров.</p> <p>Кривые течения полимеров. Полные реологические кривые течения полимеров. Зависимость вязкости от температуры.</p> <p>Вязкость растворов полимеров. Аномалии вязкости.</p> <p>Тема 32. Механические свойства полимеров. Деформационные свойства. Кривые напряжение – деформация. Деформационные свойства стеклообразных полимеров.</p> <p>Деформационные свойства эластичных полимеров. Прочность полимеров. Механизм разрушения полимеров.</p> <p>Теория Гриффита. Влияние структуры полимера и условий испытания на прочность.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	18	18	18	70
ИТОГО по дисциплине	36	36	36	140

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные понятия. Классификация полимеров. Методы получения полимеров.
2	Радикальная полимеризация и сополимеризация
3	Ионная полимеризация
4	Ступенчатые процессы синтеза полимеров
5	Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение в полимерных системах. Методы измерения молекулярной массы полимеров.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Термомеханическая кривая. Температура стеклования и температура текучести. Методы изучения физических переходов. Структурное и механическое стеклование.
7	Теории стеклования. Влияние структуры полимера на температуру стеклования. Методы определения температуры стеклования.
8	Вязкость полимеров. Кривые течения полимеров.
9	Механические свойства полимеров

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Синтез полимеров реакцией поликонденсации
2	Синтез полимеров ступенчатой миграционной сополимеризацией
3	Отверждение полимеров
4	Определение молекулярной массы полимеров
5	Термомеханические исследования полимеров
6	Реология расплавов и растворов полимеров
7	Физико-механические характеристики полимеров

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Кулезнев В. Н., Шершнева В. А. Химия и физика полимеров : учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М. : КолосС, 2007. 367 с.	34
2	Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. 222 с. 11,76 усл. печ. л.	32
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Куренков В. Ф., Бударина Л. А., Заикин А. Е. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений : учебное пособие для вузов. М. : КолосС, 2008. 395 с.	10
2.2. Периодические издания		
1	Высокомолекулярные соединения : журнал теоретической и экспериментальной химии и физики высокомолекулярных соединений. Москва : Наука, 1959 - .	
2	Пластические массы : научно-технический журнал. Москва : Пластические массы, 1959 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Не используется	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Практикум по химии и физике полимеров : учебное пособие для вузов / Аввакумова Н. И., Бударина Л. А., Дивгун С. М., Заикин А. Е. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Химия, 1995. 257 с. 15,68 усл. печ. л.	17
2	Химия и физика полимеров : метод. указания к лабораторным работам / сост. С.А. Котельников . – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 39 с.	20
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		

1	Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов. Москва : Academia, 2003. 367 с.	69
---	---	----

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ключникова, Н. В. Практикум по химии и физике полимеров : учебное пособие / Н. В. Ключникова, Н. В. Дробницкая. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks89855	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Кулезнев В. Н. Химия и физика полимеров / Кулезнев В. Н., Шершнев В. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2014.	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan51931	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. - Санкт-Петербург: Лань, 2014.	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan4036	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	аналитические весы	2
Лабораторная работа	вытяжной шкаф	2
Лабораторная работа	Консистометр Хепплера	1
Лабораторная работа	лабораторная мешалка	1
Лабораторная работа	лабораторный стол	2
Лабораторная работа	Рео-вискозиметр Брукфильда	1
Лабораторная работа	термостат	2
Лекция	интерактивная доска IQBoard DVT TQ092	1
Лекция	компьютер	1
Лекция	проектор NEC	1
Практическое занятие	Доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет

(наименование факультета)

Технология полимерных материалов и порохов

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Приложение к рабочей программе дисциплины

Химия и физика полимеров

(наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки:

18.03.01 - «Химическая технология»

(код и наименование)

**Направленность
образовательной программы:**

«Химическая технология полимерных
материалов и энергетических
конденсированных систем»

(наименование профиля/специализации)

Уровень высшего образования:

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Форма обучения:

заочная

(очно-заочная / заочная)

Данное приложение является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (РПД) «Химия и физика полимеров» и включает дополнения новых пунктов, связанные со спецификой заочной формы обучения, остальные пункты и таблицы РПД очной формы обучения применяются без изменений.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		всего	Номер семестра	
			6	7
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная работа)	40	20	20
	- лекции (Л)	12	6	6
	- лабораторные работы (ЛР)	12	6	6
	- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	12	6	6
	- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
2	Самостоятельная работа студентов (СРС)	235	84	151
	- изучение теоретического материала	80	27	53
	- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	80	24	56
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	20	8	12
	- подготовка отчетов по практическим занятиям	20	8	12
	- выполнение контрольной работы	35	17	18
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>дифф.зачёт - 6 сем., экзамен - 7 сем.</i>	13	4	9
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	288	108	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)	8	3	5

4.1. Контрольная работа (домашняя)

Тематика контрольных работ:

Часть 1 "Химия полимеров"

ВАРИАНТ 1

1. Основные понятия и определения в химии и физике полимеров.
2. Характеристики, отражающие структуру отдельных макромолекул. Химическая природа полимеров и их классификация по химической природе.
3. Методы получения полимеров. Цепная полимеризация, ее механизм и условия протекания.
4. Методы получения полимеров. Трехмерная поликонденсация, условия ее протекания, механизм и глубина завершенности процесса.
5. Химические реакции полимеров. Окислительная деструкция.
6. Технические способы проведения полимеризации.

ВАРИАНТ 2

1. Структура потребления полимеров и полимерных материалов и основные отличительные свойства высокомолекулярных соединений.
2. Характеристики структуры отдельных макромолекул. Конфигурация макромолекул, структурная и стереоизомерия полимеров.
3. Методы получения полимеров. Радикальная полимеризация. Мономеры, способы инициирования и стадии радикальной полимеризации.
4. Методы получения полимеров. Сополимеризация. Механизм, кинетика и достоинства сополимеризации.
5. Классификация химических реакций полимеров. Полимераналогичные превращения. Влияние полимерных эффектов на скорость и степень конверсии полимеров.
6. Обратимая и необратимая поликонденсация, закономерности и конкретные примеры.

ВАРИАНТ 3

1. Классификация и номенклатура высокомолекулярных соединений.
2. Характеристики, отражающие структуру отдельных макромолекул. Молекулярная масса и полидисперсность полимеров.
3. Катионная полимеризация. Мономеры, катализаторы, механизм и кинетика процесса. Влияние факторов на степень полимеризации.
4. Поликонденсация. Влияние различных факторов на молекулярную массу полимеров. Сопутствующие процессы при поликонденсации.
5. Классификация химических реакций полимеров. Макромолекулярные реакции, реакции удлинения цепи, сшивания и вулканизации.
6. Технические способы проведения поликонденсации.

ВАРИАНТ 4

1. Основные понятия и терминология, принятые в химии и физике полимеров.
2. Конформация, термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул, параметры гибкости и факторы, влияющие на термодинамическую и кинетическую гибкость полимеров.
3. Анионная полимеризация (АП). Закономерности классической АП, протекающей с присоединением аниона к мономеру. Возможности регулирования структуры полимеров при анионной полимеризации.
4. Состав сополимеров и факторы, влияющие на направление процесса и состав сополимеров. Методы определения констант сополимеризации.
5. Основные отличия поликонденсации от полимеризации. Кинетика поликонденсации, глубина завершенности процесса, степень полимеризации и полидисперсность получаемых полимеров.

6. Классификация химических реакций полимеров. Реакции сшивания по механизму полимеризации и поликонденсации.

ВАРИАНТ 5

1. Фундаментальная классификация полимеров по химическому строению. Влияние химической природы на свойства полимеров.
2. Конформация и гибкость макромолекул как важнейшая характеристика структуры полимеров. Оценка размеров макромолекул по степени их свернутости в растворителях.
3. Радикальная полимеризация. Энергия активации, механизм химического инициирования, инициаторы и кинетика процесса. Влияние факторов на степень полимеризации.
4. Виды сополимеризации в зависимости от значений констант сополимеризации. Ионная сополимеризация и ее практическое значение.
5. Природа и функциональность мономеров и их влияние на характер реакции поликонденсации. Гомо- и гетерополиконденсация.
6. Классификация химических реакций полимеров. Внутримолекулярные реакции (реакции циклизации и винилирования).

ВАРИАНТ 6

1. Распространение полимеров в “живой” и “неживой” природе и состояние производства полимерных материалов.
2. Конфигурация как характеристика структуры макромолекул полимеров. Важнейшие количественные характеристики конфигурации линейных, разветвленных и сетчатых полимеров.
3. Ионно-координационная полимеризация. Сущность метода, катализаторы, гетерогенный механизм и достоинства ионно-координационной полимеризации.
4. Реакции обрыва и передачи цепи при радикальной полимеризации (РП). Гель-эффект. Кинетическая длина цепи и степень полимеризации при РП.
5. Побочные процессы при поликонденсации, примеры и причины их протекания, условия снижения вероятности этих процессов.
6. Классификация химических реакций полимеров. Термическая деструкция полимеров.

ВАРИАНТ 7

1. Молекулярная масса и полидисперсность полимеров. Методы расчета усредненных молекулярных масс и методы оценки полидисперсности.
2. Ингибирование, ингибиторы и замедлители радикальной полимеризации (РП) и механизм их действия. Влияние внешних факторов на скорость и молекулярную массу полимеров при РП.
3. Ионно-координационная полимеризация. Сущность метода, катализаторы, гомогенный механизм и достоинства ионно-координационной полимеризации.

4. Основные закономерности и отличия ионной полимеризации (ИП) от радикальной (РП). Виды ионных пар и их влияние на скорость ИП. Влияние структуры мономеров на их склонность к РП или ИП.
5. Сополимеризация. Активность мономеров и радикалов и ее влияние на направление процесса и состав сополимеров. Влияние природы заместителей на активность мономеров и радикалов.
6. Классификация и возможности химических реакций полимеров. Термомеханическая деструкция полимеров.

ВАРИАНТ 8

1. Основные понятия в химии и физике полимеров и номенклатура полимеров.
2. Гибкость макромолекул. Причина и количественные характеристики гибкости. Влияние внутренних и внешних факторов на гибкость и влияние гибкости на эксплуатационные свойства полимеров.
3. Ступенчатая полимеризация, ее механизм и отличия от цепной полимеризации и поликонденсации. Примеры ступенчатой полимеризации.
4. Сополимеризация и ее достоинства. Механизм, кинетика сополимеризации двух сомономеров и возможные составы сополимеров.
5. Ступенчатые процессы синтеза полимеров. Поликонденсация, ее виды и основные закономерности.
6. Химические реакции полимеров. Фотохимическая и радиационная деструкция.

ВАРИАНТ 9

1. Основные отличительные свойства высокомолекулярных соединений и области их применения.
2. Методы получения полимеров и краткая характеристика каждого из них. Строение и склонность мономеров к определенному методу.
3. Радикальная полимеризация, способы образования и исчезновения свободных радикалов.
4. Анионная полимеризация (АП), протекающая с использованием алкилов щелочных металлов и с переносом электрона на мономер. Возможности регулирования структуры полимеров при АП.
5. Трехмерная поликонденсация, условия ее протекания, механизм, глубина завершенности процесса. Точка гелеобразования и отверждение при трехмерной поликонденсации.
6. Эмульсионная, суспензионная, блочная полимеризация; полимеризация в растворе и в газовой фазе как важнейшие технические способы получения полимеров.

ВАРИАНТ 10

1. Классификация полимеров по отдельным признакам.
2. Структура отдельных макромолекул и надмолекулярная структура полимеров. Общие понятия и комплекс характеристик, формирующих структуру.

3. Классы низкомолекулярных соединений, способных играть роль мономеров при поликонденсации (ПК). Функциональные группы мономеров; условия и основные классы получаемых полимеров при ПК.
4. Термодинамические и кинетические условия протекания радикальной полимеризации (РП). Влияние внешних факторов на скорость и молекулярную массу полимеров при РП.
5. Классификация химических реакций полимеров. Химическая деструкция полимеров.
6. Гомофазные (*в расплаве, в растворе, в твердой фазе*) и гетерофазные (*на границе раздела жидкость-жидкость, жидкость-газ*) технические способы проведения поликонденсации.

Часть2 Физика полимеров.

ВАРИАНТ 1

1. Внутри- и межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Природа, виды и интенсивность действия сил внутри- и межмолекулярного взаимодействия.
2. Физические состояния и термомеханический метод изучения переходов аморфных и кристаллических полимеров из одного физического состояния в другое. Температуры релаксационных переходов.
3. Деформационные свойства полимеров. Основные виды деформации и количественные характеристики напряжений и деформаций.
4. Деформационные свойства эластомеров. Механизм развития и термодинамика высокоэластической деформации полимеров. Деформирующая сила f , ее составляющие и физический смысл.
5. Деформационные (реологические) свойства расплавов полимеров. Типы реологического поведения расплавов полимеров.
6. Прочностные свойства полимеров. Кинетическая (*термофлуктуационная или фононная*) теория прочности для ориентированных полимеров. Уравнение долговечности Бартенева и характер зависимости долговечности от температуры и приложенного напряжения.

ВАРИАНТ 2

1. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Надмолекулярная структура аморфных полимеров.
2. Физические состояния аморфных и кристаллических полимеров. Влияние молекулярной массы и структуры полимеров на температуры релаксационных переходов из одного состояния в другое.
3. Деформационные свойства эластомеров. Теоретическое описание явления высокоэластичности. Классическая статистическая теория высокоэластичности линейных полимеров. Уравнение состояния макромолекулы идеального и реального эластомера.

4. Процессы, происходящие в полимерах при стекловании. Кинетическая релаксационная теория стеклования полимеров. Условие и уравнение стеклования.
5. Деформационные свойства расплавов полимеров. Специфика необратимых деформаций. Факторы, влияющие на наибольшую ньютоновскую и эффективную вязкость расплавов полимеров.
6. Прочностные свойства полимеров. Количественные характеристики когезионной и адгезионной прочности. Модели возможных механизмов разрушения ассоциатов макромолекул в полимерах; влияние температуры на механизм разрушения.

ВАРИАНТ 3

1. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Разновидности надмолекулярной структуры кристаллических полимеров.
2. Теории стеклования полимеров (локальных межмолекулярных связей, статистическая термодинамическая теория Адама и Гиббса, теория свободного объема.
3. Деформационные свойства эластомеров. Классическая статистическая теория деформации сетчатых полимеров, ее достоинства и недостатки.
4. Необратимые деформации полимеров. Закономерности течения расплавов полимеров. Универсальная температурно-инвариантная кривая.
5. Кристаллизация полимеров как фазовый переход первого рода. Условия и особенности кристаллизации, связанные со структурой полимеров. Гомогенный и гетерогенный механизмы кристаллизации.
6. Прочностные свойства полимеров. Статистическая природа распределения дефектов по степени их опасности и статистическая теория прочности реальных неориентированных полимеров.

ВАРИАНТ 4

1. Внутри- и межмолекулярное взаимодействия в полимерах. Когезия, адгезия и аутогезия. Количественные характеристики интенсивности межмолекулярного взаимодействия: энергия когезии, плотность энергии когезии (ПЭК) и параметры растворимости δ_r .
2. Теоретическое описание явления высокоэластичности. Развитие классической статистической теории высокоэластичности. Теория Флори, учитывающая неидеальность сетки полимеров и феноменологическая теория Муни.
3. Стеклование полимеров. Структурное и механическое стеклование. Влияние факторов на температуру стеклования.
4. Высокоэластическая деформация при течении расплавов полимеров. Специфические явления, обусловленные высокоэластичностью расплавов.
5. Стадии кристаллизации полимеров; скорости и температурные зависимости протекающих процессов. Уравнение Авраами-Колмогорова.

6. Прочностные свойства полимеров. Теория хрупкого разрушения Гриффита, ее достоинства, условия воспроизводимости и недостатки.

ВАРИАНТ 5

1. Физические состояния аморфных и кристаллических полимеров. Изменение характеристик полимеров в условиях физических переходов; практическое значение температур релаксационных переходов.
2. Кинетика высокоэластической деформации. Явление релаксации деформации и напряжения эластомеров. Податливость как количественная характеристика ползучести эластомеров.
3. Деформационные свойства стеклообразных полимеров. Вынужденно-эластическая деформация полимерных стекол, ее механизм и возможный характер кривых “напряжение-деформация”.
4. Необратимые деформации полимеров. Температура текучести полимеров и факторы, влияющие на температуру текучести.
5. Плавление кристаллов как процесс, обратный кристаллизации. Равновесная температура плавления и факторы, на нее влияющие.
6. Прочностные свойства полимеров. Диаграмма прочностных состояний полимеров и ее практическое значение. Стадии разрушения полимеров под нагрузкой.

ВАРИАНТ 6

1. Релаксационный характер высокоэластичной деформации. Гистерезисные явления при деформации эластомеров. Термодинамика явления гистерезиса. Механические потери.
2. Деформационные свойства стеклообразных полимеров. Явление хрупкости, условия и температура хрупкого разрушения. Ползучесть и релаксация напряжения и деформации в стеклообразных полимерах.
3. Специфические особенности растворов полимеров и механизм их растворения. Набухание и его количественные характеристики. Явление контракции при набухании и осмотическое давление набухания.
4. Характер, механизм и стадии деформации кристаллических полимеров. Влияние размеров кристаллов и степени кристалличности на модуль упругости кристаллических полимеров.
5. Прочностные свойства полимеров. Механизм и стадии разрушения хрупких и нехрупких стеклообразных и кристаллических полимеров.
6. Влияние периодических нагрузок на прочностные свойства полимеров. Динамическая усталость, ее количественные характеристики и причины, вызывающие динамическую усталость полимеров.

ВАРИАНТ 7

1. Морфология кристаллических полимеров. Разновидности кристаллов, условия их образования, степень кристалличности. Влияние вида надмолекулярной структуры кристаллических полимеров на их свойства.

2. Релаксационные явления при циклических деформациях эластомеров. Явление размягчения полимеров, его причины и зависимость от условий деформирования.
3. Термодинамические условия процесса самопроизвольного растворения полимеров. "Хорошие" и "плохие" растворители для полимеров.
4. Отжиг, закалка и ориентационная вытяжка аморфных и кристаллических полимеров и их влияние на деформационно-прочностные свойства полимеров.
5. Прочностные свойства полимеров. Вязколокальный механизм разрушения полимеров в высокоэластическом состоянии, стадии процесса.. Область безопасных напряжений и удлинений для эластомеров
6. Влияние амплитуды и частоты циклической деформации на динамическую усталость полимеров. Особенности динамической выносливости стеклообразных полимеров

ВАРИАНТ 8

1. Межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Природа сил межмолекулярного взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса, водородная связь, π -взаимодействие.
2. Деформация эластомеров при динамических нагрузках Принцип температурно-временной суперпозиции и его значение. Факторы и температуры приведения, уравнение Вильямса-Ланделла-Ферри.
3. Причины и различия релаксационных явлений в эластомерах, полимерных стеклах и аморфно-кристаллических полимерах. Температурная зависимость и спектр времен релаксации .
4. Деформационные свойства стеклообразных полимеров. Явление хрупкости. Влияние температуры, природы и молекулярной массы полимеров на хрупкую прочность и предел вынужденной эластичности.
5. Разбавленные и концентрированные растворы полимеров; их признаки и характерные свойства. Зависимость вязкости растворов полимеров от их концентрации. Характеристическая вязкость и ее значение.
6. Влияние структуры полимеров и условий испытаний на прочность.

ВАРИАНТ 9

1. Когезия и адгезия. Прочность полимеров. Основные количественные характеристики когезионной и адгезионной прочности.
2. Деформационные свойства эластомеров. Релаксация напряжения и деформации и ползучесть линейных и сетчатых эластомеров.
3. Деформация эластомеров при динамических нагрузках. Комплексный динамический модуль и его составляющие (модуль потерь и модуль накоплений). Факторы, влияющие на динамический модуль.
4. Смеси полимеров. Условие совместимости полимеров и влияние факторов на совместимость. Свойства смесей полимеров.

5. Реология концентрированных растворов полимеров и сходство закономерностей их течения с закономерностями течения расплавов полимеров.
6. Закономерности адгезионного разрушения. Сходство и различия когезионного и адгезионного разрушения. Влияние природы и параметров поверхности адгезионного контакта на адгезионную прочность.

ВАРИАНТ 10

1. Виды деформации полимеров. Количественные характеристики деформаций и напряжений.
2. Фазовые и физические состояния полимеров. Фазовые и релаксационные (физические) переходы полимеров из одного состояния в другое, температуры переходов и их практическое значение.
3. Деформационные свойства эластомеров. Релаксационный характер высокоэластичной деформации. Спектр времен релаксации элементов структуры полимеров.
4. Деформационные (реологические) свойства расплавов полимеров. Механизм развития необратимых деформаций, Законы и кривые течения при разных напряжениях и скоростях сдвига.
5. Прочностные свойства полимеров. Фононная (термофлуктуационная) теория разрушения полимеров. Уравнение долговечности.
6. Механизм и стадии разрушения аморфно-кристаллических и кристаллических полимеров.

Указания по подготовке контрольной работе.

Для подготовки контрольной работы преподаватель на первом занятии выдает студенту задание из представленного перечня. Контрольная работа выполняется самостоятельно **в соответствии с Методическими рекомендациями по самостоятельной работе.**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**
Аэрокосмический факультет

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Химия и физика полимеров»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	18.03.01 - «Химическая технология»
Направленность (профиль) образовательной программы:	«Химическая технология полимерных материалов и энергетических конденсированных систем»
Квалификация выпускника:	бакалавр
Выпускающая кафедра:	«Технология полимерных материалов и порохов»
Форма обучения	заочная

Курс: 3, 4 **Семестр:** 6,7

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану (РУП):	8 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану (РУП):	288 ч

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачет: 6 семестр. Экзамен: 7 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (6 и 7 семестров учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	ТО	КР	ОЛР	Р	Диф.зачет 7 семестр	Экзамен 8 семестр
Усвоенные знания						
3.1 Знает методы получения, химическое строение и свойства полимеров	ТО1 - ТО4	КР1 - К4		Р	Т	
3.2 Знает структуру и свойства полимерных композиционных материалов и их характеристики	ТО1 - ТО4	КР1 - КР4				ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет подбирать методики исследований полимерных материалов			ОЛР1 -ОЛР- 4	Р		
У.2 Умеет проводить оценку свойств полимеров, полимерных композиционных материалов			ОЛР1 -ОЛР- 4			ТВ

Приобретенные владения						
В.1 Владение навыками анализа исходных материалов для полимерных композиционных материалов, и обработки результатов испытаний.			ОЛР1 -ОЛР- 4			
В.2 Владеет навыками методами комплексной оценки свойств полимерных композиционных материалов			ОЛР1 -ОЛР- 4			ПЗ

ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КР – контрольная работа; Р – индивидуальное задание (защита реферата); Т – тестирование; ТВ – теоретический вопрос;

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачет в 6 семестре и экзамена в 7 семестре, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов или контрольных работ по темам. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и защиты реферата.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего по заочной форме обучения запланировано 4 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Реферат

Согласно РПД запланировано индивидуальное задание в виде подготовки и защиты реферата (Р), которое осуществляется в 7 семестре учебного плана.

Типовое задания первого Р1:

На основании предложенного преподавателем полимера написать следующие разделы реферата по синтезу и свойствам полимеров:

- 1) Введение
- 2) Литературный обзор (с выписками из 4-5 статей из научных журналов или патентов (с ссылками на журналы или патенты) про свойства, переработку или получение выбранного полимера).
- 3) Исходные вещества. Характеристика исходных продуктов (физические, химические, токсические и т.д. свойства)
- 4) Физико-химия получения. Методы получения.
- 5) Технология получения.
- 6) Свойства готового полимера (физические, физико-химические, физико-механические).
- 7) Применение.
- 8) Список использованной литературы

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета в 6 семестре в виде бланочного или компьютерного тестирования и экзамена в 7 семестре по дисциплине устно по билетам. Тест и билет содержат теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и

практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Классификация полимеров.
2. Молекулярная масса полимеров. Молекулярно-массовое распределение.
3. Характеристика и основные стадии радикальной полимеризации. Инициаторы и механизмы их распада.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести расчет дифференциального состава сополимера стирола и акрилонитрила при следующих данных: мольная доля (M_1) стирола 0,3, константы сополимеризации $r_1=0,4$ и $r_2=0,04$.
2. Рассчитать среднечисловую молекулярную массу полимера, если в нем имеется: 0,2 доли молекул с молекулярной массой 3000, 0,4 доли молекул с молекулярной массой 4000 и 0,4 доли молекул с молекулярной массой 5000.
3. Объяснить, каким образом влияет скорость охлаждения полимера на величину температуры стеклования.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных владений:

1. Провести анализ по принципам классификации полимеров на примере полиэтилентерефталата.
2. Провести анализ термомеханической кривой аморфного полимера.
3. Написать химическое уравнение получения полибутадиена с использованием перекисного инициатора.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций.

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций.

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках

выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций.

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.