

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.09.2023 16:48:02  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 22 » марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
ХИМИЯ И ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**Технология и переработка полимеров**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химической технологии полимеров**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		профессор Машляковский Л.Н.
Старший преподаватель		Ковжина А.Л.

Рабочая программа дисциплины «Химия и физика полимеров» обсуждена на заседании кафедры химической технологии полимеров  
протокол от «24» февраля 2021 № 14  
Заведующий кафедрой

Н.В.Сиротинкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «18» марта 2021 № 8

Председатель

М.В.Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М.В.Рутто
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	16
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	17

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-1</b> Способность применять на практике физические и химические процессы, протекающие при получении полимерных материалов и изделий на их основе	<b>ПК-1.1</b> Знание физико-химических основ получения полимеров и полимерных композиционных материалов	<b>Знать:</b> основные понятия и законы химии и физики полимеров (ЗН-1), методы получения основных типов полимеров (ЗН-2), взаимосвязь между структурой, свойствами полимеров и областями применения полимерных материалов (ЗН-3). <b>Уметь:</b> применять полученные знания по химии и физике высокомолекулярных соединений и полимерных материалов на их основе в процессе обучения и в дальнейшей профессиональной деятельности (У-1). <b>Владеть:</b> информацией о молекулярном строении, надмолекулярной структуре и их влиянию на основные свойства полимеров (Н-1).
<b>ПК-2</b> Способность производить и анализировать сырье и материалы, используемые в производстве полимеров	<b>ПК-2.4</b> Знание методов анализа основных свойств полимеров и полимерных материалов	<b>Знать:</b> основные методы анализа свойств полимеров (ЗН-4). <b>Уметь:</b> осуществлять выбор соответствующих методов исследования в зависимости от молекулярного строения полимеров и сополимеров (У-2). <b>Владеть:</b> основными методами исследования строения и физико-механических свойств полимеров (Н-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Химия мономеров», «Физическая химия», «Общая химическая технология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия и физика полимеров» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Основы проектирования и оборудования производств полимеров», «Общая химическая технология полимеров», «Старение и стабилизация полимеров», «Химия и технология лакокрасочных материалов», «Химия и технология эластомеров», «Общая технология резины», «Технология пластмасс общего назначения», «Пластмассы со специальными свойствами», при прохождении технологической (проектно-технологической) практики, производственной практики, преддипломной практики, а также при выполнении научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>6/ 216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>146</b>
занятия лекционного типа	48
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	8(2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	64(32)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, Экзамен/36</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Классификация и основные понятия в химии и физике полимеров	4	0	0	0	ПК-1	ПК-1.1
2	Закономерности реакций радикальной и ионной полимеризации и сополимеризации	14	2	32	8	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-2.4
3	Закономерности процесса поликонденсации	8	2	0	4	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-2.4
4	Химические превращения полимеров. Растворы высокомолекулярных соединений	8	2	16	10	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-2.4
5	Особенности строения полимеров. Стеклообразное, высокоэластичное, вязкотекучее и кристаллическое состояния полимеров	14	2	16	12	ПК-1 ПК-2	ПК-1.1 ПК-2.4

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Особенности полимерного состояния вещества. Основные понятия в химии и физике полимеров. Этапы развития науки о полимерах. Роль полимеров в жизни человека, промышленности. Экологические проблемы промышленности полимеров.	2	Групповая дискуссия
1	Классификация полимеров: органические, элементоорганические, неорганические. Природные, искусственные, синтетические	2	Л

	полимеры. Гомо- и сополимеры. Стереорегулярные полимеры. Линейные, разветвленные, сетчатые полимеры. Термопластичные и термореактивные полимеры.		
№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Закономерности реакций радикальной полимеризации. Строение и реакционная способность мономеров и радикалов. Способы инициирования радикальной полимеризации и механизмы инициирования. Схемы образования свободных радикалов. Химическое инициирование: инициаторы и инициирующие системы. Эффективность инициирования.	2	Л
2	Рост цепи. Обрыв цепи. Рекомбинация и диспропорционирование - основные типы реакции обрыва цепи. Реакции передачи цепи через мономер, полимер, растворитель. Зависимость реакции обрыва цепи от строения мономера и условий проведения процесса.	2	Л
2	Кинетика радикальной полимеризации. Ингибиторы, замедлители и регуляторы радикальной полимеризации. Механизм ингибирования.	2	Л
2	Влияние различных факторов на процесс радикальной полимеризации. Методы проведения полимеризации и их особенности, Влияние метода проведения процесса на молекулярную массу, молекулярно-массовое распределение и строение образующихся полимеров.	2	Групповая дискуссия
2	Радикальная сополимеризация Элементарные акты сополимеризации. Влияние химического строения мономеров на их реакционную способность и состав сополимера. Уравнение состава сополимера Майо - Льюиса. Константы сополимеризации и их физический смысл. Значение сополимеризации как метода получения полимеров с заданными свойствами.	2	Л
2	Ионная полимеризация. Катализаторы ионной полимеризации. Строение мономера и его склонность к ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Образование активного	2	Л

	центра, рост и обрыв цепи.		
2	Анионная полимеризация. Типы катализаторов анионной полимеризации. Образование активных центров, рост цепи. Влияние противоиона, природы растворителя	2	Л
№ раздела дисциплины	.Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	на рост цепи и микроструктуру макромолекул. Обрыв цепи. «Живые» полимеры.		
3	Закономерности процесса поликонденсации Равновесная поликонденсация. Теоретическая и практическая функциональность мономеров. Роль соотношения реагирующих веществ	2	Л
3	Кинетическое уравнение процесса поликонденсации в присутствии и отсутствие катализатора. Остановка роста цепи. Зависимость молекулярной массы полимера от степени превращения функциональных групп. Способы проведения процесса: в расплаве, растворе и в твердой фазе	4	Л
3	Неравновесная поликонденсация. Основные особенности процесса. Поликонденсация на границе раздела фаз. Особенности трехмерной поликонденсации	2	Л
4	Химические превращения полимеров. Полимераналогичные превращения. Основные особенности превращения полимеров: статистический характер замещения функциональных групп, эффект цепи, конфигурационные эффекты, эффекты надмолекулярной организации	2	Л
4	Реакции в цепях полимеров, приводящие к увеличению молекулярной массы, блоксополимеры, привитые сополимеры, основные методы получения. Деструкция полимеров, виды деструкции. Химическая деструкция. Деструкция под влиянием физических воздействий (термическая, термоокислительная, механо-, фото-радиационная деструкция. Старение и замедление процессов старения полимеров.	6	Л

5	Особенности молекулярного и надмолекулярного строения полимеров. Конфигурация, конформация и природа гибкости макромолекул. Внутреннее вращение в макромолекуле. Потенциальный барьер внутреннего вращения. Кинетическая и термодинамическая гибкость макромолекул. Факторы, определяющие гибкость макромолекул.	4	Л
№ раздела дисциплины	.Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Фазовые и физические состояния полимеров. Аморфные и кристаллические полимеры. Три физических состояний полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Молекулярный механизм стеклования полимеров. Температура стеклования полимеров с гибкими и жесткими цепями. Структурное и механическое стеклование. Влияние различных факторов на температуру стеклования. Явление вынужденной эластичности. Температура хрупкости полимеров. Значение интервала между температурой стеклования и хрупкости в оценке свойств полимеров.	4	Л
5	Высокоэластическое состояние полимеров. Упругая и высокоэластическая деформации. Природа высокоэластичности гибкоцепных полимеров. Релаксационный характер высокоэластической деформации, время релаксации, релаксация деформации, релаксация напряжения.	2	Л
5	Понятие о вязкотекучем состоянии полимеров. Закономерности течения ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Энергия активации вязкого течения. Механическое стеклование и химическое течение.	2	Л
5	Химическое строение полимеров и способность к кристаллизации. Изменение свойств полимеров при кристаллизации. Механизм процесса кристаллизации полимеров. Влияние различных факторов на процесс кристаллизации. Надмолекулярные структуры в полимерах.	2	Л

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Молекулярная масса полимеров. Методы измерения молекулярной массы полимеров. Влияние способов проведения процесса радикальной полимеризации на молекулярную массу, молекулярно-массовое распределение и строение образующихся полимеров	2	1	КрСт
3	Поликонденсация. Примеры реакций равновесной и неравновесной поликонденсации. Факторы, влияющие на глубину прохождения процесса и молекулярную массу образующихся полимеров.	2	1	КрСт
4	Растворы высокомолекулярных соединений.	2	-	КрСт
5	Особенности строения полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее и кристаллическое состояние полимеров.	2	-	КрСт

#### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Радикальная полимеризация. Получение полимеров методом радикальной полимеризации Выделение полимеров, определение выхода, растворимости	16	8	
2	Радикальная сополимеризация. Получение сополимеров методом радикальной сополимеризации Выделение сополимеров, определение выхода, растворимости	16	8	
4	Растворы полимеров. Измерение молекулярной массы полимеров вискозиметрическим методом	16	8	
5	Исследование строения синтезированных полимеров и сополимеров методом ИК- спектроскопии	8	4	
5	Исследование деформационно- прочностных свойств полимеров и полимерных материалов	8	4	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Молекулярная масса полимеров. Методы измерения молекулярной массы высокомолекулярных соединений.	8	Устный опрос
3	Поликонденсация. Основные особенности процессов равновесной и неравновесной поликонденсации.	4	Устный опрос
4	Растворы полимеров. Представления о моделях растворов полимеров. Теория Флори-Хаггенса, достоинства и недостатки. Разбавленные и концентрированные растворы полимеров.	10	Устный опрос
5	Особенности строения полимеров. Факторы, определяющие гибкость макромолекул. Фазовое и физическое состояние полимеров. Надмолекулярная структура полимеров. Современные методы измерения температурных констант полимеров. Современные методы измерения деформационно-прочностных свойств полимеров.	12	Устный опрос

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами для проверки знаний, умений и навыков.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

##### **Вариант № 1**

1. Влияние различных факторов на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимеров
2. Факторы, определяющие кинетическую гибкость макромолекул.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

- 1 Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения : учебник для академического бакалавриата : учебник для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / В. В. Киреев ; Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева. - Москва : Юрайт, 2015. - 602 с. - ISBN 978-5-9916-5019-9.
- 2 Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : Учебное пособие для вузов по направлению ВПО 020100 "Химия" и спец. 020201 "Фундаментальная и прикладная химия" / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 222 с. - ISBN 978-5-8114-1325-6.
- 3 Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров : Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология" / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. - 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1779-7.
- 4 Лебедева, Т. М. Структурные особенности и свойства полимерных материалов : учебное пособие / Т. М. Лебедева, В. П. Бритов, О. О. Николаев ; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оборудования и робототехники переработки пластмасс. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2017. - 125 с.
- 5 Кулезнев, В. Н. Смеси и сплавы полимеров : конспект лекций / В. Н. Кулезнев. – Санкт-Петербург. : НОТ, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-91703-033-3.
- 6 Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. - 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1473-4.
- 7 Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер, под ред. А. А. Аскадского. - 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Науч. мир, 2007. - 573 с.- ISBN 978-589-176-437-8.
- 8 Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения : Учебник для вузов по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / Ю. Д. Семчиков. - 3-е изд., стер. - Москва : Academia, 2006. - 367 с.- ISBN 5-7695-3028-6.

### **б) электронные учебные издания:**

- 9 Аржаков, М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь : учебное пособие / М. С. Аржаков. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-4047-4 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 10 Сутягин, В. М. Физико-химические методы исследования полимеров : Учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. - 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018. - 140 с.. - ISBN 978-5-8114-2712-3 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.

- 11 Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1473-4 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 12 Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : Учебное пособие для вузов по направлению ВПО 020100 "Химия" и спец. 020201 "Фундаментальная и прикладная химия" / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер.- Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1325-6 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 13 Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров : Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология" / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. - 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1779-7 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
- 14 Кулезнев, В. Н. Смеси и сплавы полимеров : конспект лекций / В. Н. Кулезнев. – Санкт-Петербург. : НОТ, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-91703-033-3 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

<https://media.technolog.edu.ru>

<https://e.lanbook.com>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Химия и физика полимеров» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ(ТУ) 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ(ТУ) 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению;

СТО СПбГТИ(ТУ) 020- 2011 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий;

СТО СПбГТИ(ТУ) 044- 2012 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования;

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Мультимедийный проектор

Компьютеры с выходом в глобальную сеть Internet.

Лабораторные установки для синтеза полимеров.

Лабораторная установка для определения молекулярной массы полимеров, вискозиметры.

Приборы для исследования строения и свойств полимеров: ИК-спектрометры, приборы ДТА, ТГА и ДСК анализа.

Термошкафы с различным температурным диапазоном.

Разрывные машины, аппликаторы, толщиномеры, адгезиометры, твердомеры, различное вспомогательное оборудование.

.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Химия и физика полимеров»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способность применять на практике физические и химические процессы, протекающие при получении полимерных материалов и изделий на их основе	промежуточный
ПК-2	Способность производить и анализировать сырье и материалы, используемые в производстве полимеров	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.1 Знание физико-химических основ получения полимеров и полимерных композиционных материалов	Даёт основные понятия и рассказывает законы химии и физики полимеров (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-7 к экзамену Выполнение курсовой работы	Даёт основные понятия и рассказывает законы химии и физики полимеров с ошибками	Даёт основные понятия и рассказывает законы химии и физики полимеров с небольшими ошибками	Даёт основные понятия и рассказывает законы химии и физики полимеров без ошибок. Может применить эти знания для решения технологических задач
	Перечисляет методы получения основных типов полимеров (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 8-32 к экзамену Выполнение курсовой работы	Перечисляет методы получения основных типов полимеров с ошибками	Способен описать основные технологические методы получения полимеров с небольшими подсказками преподавателя, пишет с небольшими ошибками химические реакции синтеза полимеров.	Способен самостоятельно описать основные технологические методы получения полимеров, пишет без ошибок химические реакции синтеза полимеров.
	Приводит примеры взаимосвязи между структурой, свойствами полимеров и областями применения полимерных материалов (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 33-40 к экзамену Выполнение курсовой работы	Слабо ориентируется во взаимосвязи между структурой, свойствами полимеров и областями применения полимерных материалов	Приводит примеры взаимосвязи между структурой, свойствами полимеров и областями применения полимерных материалов с небольшими	Уверенно и без ошибок приводит примеры взаимосвязи между структурой, свойствами полимеров и областями применения полимерных материалов

				подсказками преподавателя	
	Показывает возможность применения полученных знаний по химии и физике высокомолекулярных соединений и полимерных	Правильные ответы на вопросы № 41-43 к экзамену Выполнение	Слабо ориентируется в применении полученных знаний по химии и физике высокомолекулярных	Показывает возможность применения полученных знаний по химии и физике	Уверенно и без ошибок возможность применения полученных знаний по химии и физике высокомолекулярных
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	материалов на их основе в процессе обучения и в дальнейшей профессиональной деятельности (У-1)	курсовой работы	соединений и полимерных материалов на их основе в процессе обучения и в дальнейшей профессиональной деятельности	высокомолекулярных соединений и полимерных материалов на их основе в процессе обучения и в дальнейшей профессиональной деятельности с помощью наводящих вопросов преподавателя	соединений и полимерных материалов на их основе в процессе обучения и в дальнейшей профессиональной деятельности
	Демонстрирует навыки владения информацией о молекулярном строении, надмолекулярной структуре и их влиянию на основные свойства полимеров (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 44-51 к экзамену Выполнение курсовой работы	Слабо ориентируется в влиянии молекулярного строения, надмолекулярной структуры на основные свойства полимеров	Демонстрирует с небольшими ошибками навыки владения информацией о влиянии молекулярного строения, надмолекулярной структуры на основные свойства полимеров	Демонстрирует хорошие навыки владения информацией о влиянии молекулярного строения, надмолекулярной структуры на основные свойства полимеров

ПК-2.4 Знание методов анализа основных свойств полимеров и полимерных материалов	Перечисляет основные методы анализа свойств полимеров (ЗН-4).	Правильные ответы на вопросы № 52-56 к экзамену Выполнение курсовой работы	Перечисляет основные методы анализа свойств полимеров с ошибками	Перечисляет основные методы анализа свойств полимеров с помощью наводящих вопросов преподавателя	Уверенно и без ошибок перечисляет основные методы анализа свойств полимеров
	Осуществляет выбор соответствующих методов исследования в зависимости от молекулярного строения полимеров и сополимеров (У-2).	Правильные ответы на вопросы № 57-59 к экзамену Выполнение курсовой работы	Осуществляет с ошибками выбор соответствующих методов исследования в зависимости от молекулярного строения полимеров и сополимеров и	Осуществляет выбор соответствующих методов исследования в зависимости от молекулярного строения полимеров и сополимеров с	Уверенно и без ошибок осуществляет выбор соответствующих методов исследования в зависимости от молекулярного строения полимеров и сополимеров и
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки владения основным методами исследования строения и физико-механических свойств полимеров (Н-2).	Правильные ответы на вопросы № 60-62 к экзамену Выполнение курсовой работы	сополимеров	помощью наводящих вопросов преподавателя	сополимеров
			Слабо ориентируется в основных методах исследования строения и физико-механических свойств полимеров	Демонстрирует навыки владения основным методами исследования строения и физико-механических свойств полимеров с помощью наводящих вопросов преподавателя	Демонстрирует хорошие навыки владения основным методами исследования строения и физико-механических свойств полимеров



### 3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Основные термины и определения в химии полимеров.
2. Принципы классификации полимеров, их основные особенности и характеристики.
3. Классификация и номенклатура полимеров. Гетероцепные и карбоцепные полимеры.
4. Общая характеристика процесса радикальной полимеризации.
5. Общая характеристика процесса ионной полимеризации.
6. Общая характеристика процесса поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация.
7. Общая характеристика реакций в цепях полимеров.
8. Способы инициирования радикальной полимеризации.
9. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов, механизм их действия
10. Строение и реакционная способность мономеров и радикалов.
11. Реакции роста и обрыва цепи в радикальной полимеризации.
12. Реакция передачи цепи при радикальной полимеризации.
13. Кинетика радикальной полимеризации.
14. Влияние различных факторов на скорость радикальной полимеризации.
15. Ингибиторы, замедлители и регуляторы процесса радикальной полимеризации.
16. Ингибиторы радикальной полимеризации, механизм их действия. Кислород и его влияние на радикальную полимеризацию.
17. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера.
18. Константы сополимеризации и их физический смысл.
19. Схема Q-e Алфрея-Прайса.
20. Методы получения привитых сополимеров
21. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы
22. Реакции инициирования, роста и обрыва цепи при катионной полимеризации
23. Анионная полимеризация. Катализаторы.
24. Реакции инициирования, роста и обрыва цепи при анионной полимеризации.
25. Ионно-координационная полимеризация.
26. Поликонденсация. Роль функциональности мономеров. Теоретическая и практическая функциональность.
27. Кинетические закономерности равновесной поликонденсации.
28. Равновесная поликонденсация, причины остановки роста цепи.
29. Равновесная поликонденсация. Влияние различных факторов на скорость реакции поликонденсации.
30. Трехмерная поликонденсация. Связь между гелеобразованием и степенью завершенности реакции.
31. Химические превращения полимеров. Влияние различных факторов на реакционную способность функциональных групп
32. Методы получения блок-сополимеров.
33. Реакции в цепях полимеров, приводящие к уменьшению молекулярной массы. Виды деструкции полимеров.

34. Фазовые и физические состояния полимеров. Три физических состояния полимеров.
35. Природа сил межмолекулярного взаимодействия в полимерах.
36. Понятие о статическом, кинетическом и механическом сегментах.
37. Природа гибкости макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость.
38. Факторы, определяющие кинетическую гибкость макромолекул.
39. Конфигурация и конформация макромолекул. Потенциальный барьер внутреннего вращения.
40. Стеклообразное состояние полимеров. Молекулярный механизм стеклования.
41. Общая характеристика цепных ионных процессов полимеризации, их отличия от радикальных процессов. Примеры получения полимеров
42. Способы проведения реакции радикальной полимеризации и их технологические особенности. Примеры получения полимеров.
43. Характеристика цепных и ступенчатых процессов синтеза полимеров. Примеры реакций получения полимеров.
44. Влияние различных факторов на протекание процесса равновесной поликонденсации и на молекулярную массу полимера.
45. Влияние различных факторов на молекулярную массу полимеров, получаемых методом радикальной полимеризации.
46. Влияние различных факторов (химического строения и молекулярного веса) на температуру стеклования полимеров.
47. Вязкотекучее состояние полимеров. Зависимость вязкости расплава полимера от температуры и молекулярной массы.
48. Основные закономерности вязкого течения полимеров.
49. Влияние пластификации на температуру стеклования и температуру текучести полимеров.
50. Влияние различных факторов на процесс кристаллизации полимеров.
51. Влияние строения макромолекул на способность полимеров к кристаллизации.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

52. Молекулярная масса и полидисперсность (полимолекулярность) полимеров. Методы измерения молекулярной массы полимеров.
53. Деформационно-прочностные свойства полимеров
54. Термомеханический метод исследования полимеров.
55. Стеклообразное состояние полимеров. Методы измерения температуры стеклования полимеров.
56. Вязкотекучее состояние полимеров. Методы измерения температуры текучести.
57. Вязкость разбавленных растворов полимеров.
58. Релаксация деформации, релаксация напряжений и упругий гистерезис.
59. Связь температуры стеклования с химическим строением полимеров.
60. Использование современных спектральных методов анализа для изучения процесса радикальной полимеризации.

61. Выбор пластификаторов на основе изучения деформационно-прочностных свойств полимерных материалов.
62. Вискозиметрический метод измерения молекулярной массы полимеров.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

#### 4. Темы курсовых работ:

1. Строение и реакционная способность мономеров и радикалов
2. Методы получения блок-сополимеров
3. Влияние различных факторов на процесс кристаллизации полимеров
4. Принципы классификации полимеров, их основные особенности и характеристики
5. Химические превращения полимеров. Влияние различных факторов на реакционную способность функциональных групп
6. Радикальная полимеризация. Общая характеристика процесса
7. Способы инициирования радикальной полимеризации
8. Равновесная поликонденсация. Влияние различных факторов на скорость реакции и молекулярную массу полимера
9. Реакции роста и обрыва цепи в радикальной полимеризации
10. Реакция передачи цепи при радикальной полимеризации
11. Методы получения привитых сополимеров
12. Кинетика радикальной полимеризации
13. Влияние различных факторов на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимеров
14. Реакции инициирования, роста и обрыва цепи при катионной полимеризации
15. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава полимера
16. Основные различия в цепных и ступенчатых процессах синтеза полимеров
17. Константы сополимеризации и их физический смысл
18. Кинетические закономерности равновесной поликонденсации
19. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы
20. Трехмерная поликонденсация. Связь между гелеобразованием и степенью завершенности реакции
21. Анионная полимеризация. Катализаторы
22. Схема Q-e Алфрея-Прайса
23. Ионно-координационная полимеризация
24. Классификация и номенклатура полимеров. Гетероцепные и карбоцепные полимеры
25. Способы проведения реакции радикальной полимеризации и их особенности
26. Виды деструкции полимеров
27. Ингибиторы, замедлители и регуляторы процесса радикальной полимеризации
28. Поликонденсация. Роль функциональности мономеров. Теоретическая и практическая функциональность
29. Общая характеристика цепных ионных процессов полимеризации, их отличия от радикальных
30. Методы получения блок-сополимеров
31. Реакции инициирования, роста и обрыва цепи при анионной полимеризации
32. Кислород и его влияние на радикальную полимеризацию
33. Равновесная поликонденсация, причины остановки роста цепи
34. Характеристика цепных и ступенчатых процессов синтеза полимеров. Примеры реакций

35. Стеклообразное состояние полимеров. Молекулярный механизм стеклования. Влияние различных факторов на температуру стеклования
36. Конфигурация и конформация макромолекул
37. Гибкость макромолекул и методы ее оценки. Примеры полимеров с гибкими и жесткими цепями
38. Фазовые и физические состояния полимеров. Три физических состояния полимеров
39. Вязкотекучее состояние полимеров. Зависимость вязкости расплава полимера от температуры и молекулярной массы
40. Релаксация деформации, релаксация напряжений и упругий гистерезис
41. Термодинамическая гибкость макромолекул и методы ее оценки
42. Природа сил межмолекулярного взаимодействия в полимерах
43. Основные закономерности вязкого течения полимеров
44. Влияние строения макромолекул на способность полимеров к кристаллизации.
45. Температура плавления и кристаллизации полимеров
46. Влияние пластификации на температуру стеклования и температуру текучести полимеров.
47. Природа гибкости макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость
48. Молекулярная масса и полидисперсность (полимолекулярность) полимеров
49. Понятие о статическом, кинетическом и механическом сегментах. Факторы, определяющие кинетическую гибкость макромолекул
50. Вынужденная эластичность полимерных стекол
51. Конформация макромолекул. Потенциальный барьер внутреннего вращения
52. Полиэтилен низкой и высокой плотности. Способы получения, различия в строении макромолекул и свойствах
53. Особенности полимерного состояния вещества
54. Теория растворов полимеров. Факторы, влияющие на процесс растворения полимеров.
55. Понятие о параметре растворимости. «Хорошие» и «плохие» растворители.
56. Разбавленные растворы полимеров. Абсолютная, относительная, приведенная, характеристическая вязкости растворов полимеров. Уравнение Марка-Хувинка для определения средней молекулярной массы полимеров.

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы, экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).