

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

### **ОПИСАНИЕ<sup>1</sup>**

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации  
(далее - программа)  
«Основы химии и технологии полимеров»

#### **1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

***знать:***

- основные понятия в химии и физике полимеров;
- современные технологические процессы производства наноструктурированных полимерных материалов (С/01.6, С/02.6);
- физико-химические основы получения композиционных материалов;
- технологии переработки пластмасс, основанные на червячной пластикации полимеров;
- основные старения и стабилизации полимеров.
- технологию производства продукции предприятия: основы технологии производства основных видов пластмасс (квалификационные требования для должности руководителей - главный технолог; для должности специалистов - инженер-технолог (технолог));

***уметь:***

- ориентироваться в методах синтеза полимеров;
- разбираться в ассортименте и видах полимерных материалов;
- разбираться в свойствах и применении основных видов пластмасс.

***владеть навыками:***

- выбора полимерных материалов для производства изделий;
- проведения физико-механических испытаний полимерных материалов;
- сопоставительного анализа современного ассортимента полимерных материалов различного назначения и методами их переработки в изделия.

---

<sup>1</sup> Составлено на основании разделов 2, 5, 6, 7 утвержденной программы и установленного шаблона

## 2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ), РАЗДЕЛОВ, ТЕМ

### 1. Темы и содержание лекций

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
1	<b>Раздел 1. Химия и физика полимеров</b>	
1.1	<b>Классификация и основные понятия в химии и физике полимеров.</b> Этапы развития науки о полимерах. Роль полимеров в жизни человека, промышленности. Экологические проблемы промышленности полимеров. Классификация полимеров: органические, элементоорганические, неорганические. Природные, искусственные, синтетические полимеры. Гомо- и сополимеры. Стереорегулярные полимеры. Линейные, разветвленные, сетчатые полимеры. Термопластичные и термореактивные полимеры.	2
1.2	<b>Закономерности реакций и ионной полимеризации и сополимеризации.</b> Инициирование радикальной полимеризации и механизмы инициирования. Схемы образования свободных радикалов. Химическое инициирование: инициаторы и иницирующие системы. Эффективность инициирования. 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. Кинетика радикальной полимеризации. Ингибиторы, замедлители и регуляторы радикальной полимеризации. Механизм ингибирования. 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. Радикальная сополимеризация. Элементарные акты сополимеризации. Влияние химического строения мономеров на их реакционную способность. Константы сополимеризации. Значение сополимеризации как метода получения полимеров с заданными свойствами. Ионная полимеризация. Катализаторы ионной полимеризации. Строение мономера и его склонность к ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Образование активного центра, рост и обрыв цепи. Анионная полимеризация. Типы катализаторов анионной полимеризации. Образование активных центров, рост цепи. Влияние противоиона, природы растворителя на рост цепи и микроструктуру макромолекул. Обрыв цепи. «Живые»полимеры.	2
1.3	<b>Закономерности процесса поликонденсации.</b> Равновесная поликонденсация. Теоретическая и практическая функциональность мономеров. Роль соотношения реагирующих веществ. Кинетическое уравнение процесса поликонденсации в присутствие 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. Неравновесная поликонденсация. Основные особенности процесса. Поликонденсация на границе раздела фаз. Особенности трехмерной поликонденсации.	2

1.4	<b>Химические превращения полимеров.</b> Растворы высокомолекулярных соединений. Основные особенности превращения полимеров: статистический характер замещения функциональных групп, эффект цепи, конфигурационные эффекты, эффекты надмолекулярной организации. Полимераналогичные превращения. Реакции в цепях полимеров, приводящие к увеличению молекулярной массы, блоксополимеры, привитые сополимеры, основные методы получения.	2
2	<b>Раздел 2. Технология пластмасс общего назначения</b>	
2.1	<b>Перспективные направления развития технологий производства пластмасс.</b> Структура производства синтетических полимеров. Крупнотоннажные, среднетоннажные и малотоннажные полимеры. Пластические массы. Основы производства. Динамика развития отрасли. Потребности в пластмассах и степень их удовлетворения. Структура потребления пластмасс	1
2.2	<b>Технология производства, свойства и применение полиолефинов.</b> Технологии производства полимеров в каскадах реакторов. Производство полиэтилена низкой плотности при высоком давлении. Производство полиэтилена в газовой фазе. Производство полиэтилена суспензионным методом. Производство полипропилена в жидкой фазе. Производство полипропилена в газовой фазе. Полиэтилены, полипропилены, свойства и применение.	2
2.3	<b>Технология производства, свойства и применение поливинилхлоридных пластмасс и фторопластов.</b> Производство поливинилхлорида суспензионным методом. Производство поливинилхлорида эмульсионным методом. Пластификаторы поливинилхлорида. Производство жесткого поливинилхлорида в виде листов и пленок. Производство мягкого поливинилхлорида в виде пленок каландровым методом. Свойства и применение жесткого поливинилхлорида.	2
2.4	<b>Технология производства, свойства и применение полистирольных пластмасс.</b> Технологии производства и свойства сополимеров стирола. Технология производства, свойства и применение поливинилацетатных пластмасс. 21 Производство полистирола для вспенивания блочно-суспензионным методом. Производство полистирола и сополимеров стирола суспензионным методом. Производство АБС-сополимеров эмульсионным методом. Производство пенополистирола беспрессовым методом. Производство пенополистирола экструзионным методом. Свойства и применение полистирола.	2
2.5	<b>Технология производства, свойства и применение полиуретанов.</b> Производство линейных полиуретанов в расплаве. Производство линейных полиуретанов в растворе. Свойства и применение жестких и эластичных полиуретанов. Производство свойства и применение жестких, полужестких и эластичных пенополиуретанов.	1
3	<b>Раздел 3. Технологии переработки пластмасс, основанные на червячной пластикации полимеров</b>	

3.1	<b>Получение изделий методом экструзии.</b> Экструзионные линии, используемая оснастка.. Получение изделий методом экструзионно-выдувного формования. Процессы в винтовом канале червяка. Производительность зоны дозирования. Производительность формующей головки и экструзионного агрегата. Соэкструзия как основное направление совершенствования процесса.	2
3.2	<b>Получение изделий методом литья под давлением.</b> Литьевые машины. Используемое оборудование, оснастка. Общее понятие о методах литья под давлением. Периодичность процесса, как условие, усложняющее его протекание. Разновидности методов пластикации, их физико-химическая и технологическая оценка. Холодноканальные и горячеканальные технологии. Прогрессивные методы литья под давлением (инжекционно-газовое литье, многослойное литье, литье под давлением реактопластов). Физико-химические процессы в материальном цилиндре, в мундштуке и в форме.	2
4	<b>Раздел 4. Старение и стабилизация полимеров</b>	
4.1	<b>Основные понятия о старении и стабилизации полимеров.</b> Общие представления о старении и стабилизации полимеров. Немного истории. Современное определение процесса старения полимеров. Факторы, под влиянием которых может происходить старение полимеров. Понятие о стабилизации. Физическая и химическая стабилизация. Понятия о стабилизаторах, как специально вводимых веществах на стадии синтеза или переработки полимера.	1
4.2	<b>Термическое старение полимеров.</b> Понятие о термическом старении. Влияние химического строения полимера на процесс термического старения. Термины "теплостойкость", "термостойкость" и "термостабильность". Физический смысл этих величин. Термическое старение как цепной радикальный процесс.	1
4.3	<b>Старение полимеров под действием света.</b> Краткие сведения о поглощении света веществом. Стадия иницирования при фотодеструкции. Хромофорные группы.	1
4.4	<b>Радиационное старение полимеров.</b> Механизм, особенности, примеры.	1
4.5	<b>Термоокислительное старение полимеров.</b> Влияние физической структуры на процессы термоокислительной деструкции полимеров.	1
4.6	<b>Теория и принципы стабилизации полимеров.</b> Аспект влияния распределения низкомолекулярных веществ в полимере на старение и стабилизацию полимеров. Стабилизаторы, применяемые для ПЭ, ПС, ПВХ.	1
5	<b>Раздел 5. Технические свойства полимерных материалов</b>	
5.1	<b>Основные понятия о технических свойствах полимерных материалов.</b> Значение знания свойств пластмасс (ПМ). Для их правильного выбора. Полимеры и пластмассы. Кристалличность и аморфность. Физические и фазовые состояния.	1
5.2	<b>Статическая и динамическая прочность полимерных материалов.</b> Разновидности. Влияние физико-химических свойств ПМ на их статическую и динамическую прочность.	2
5.3	<b>Термодеформационные свойства полимерных материалов.</b> Оценка разновидностей способов их определения. Термомеханические кривые, их анализ и применение. Фазовые состояния полимеров	2

5.4	<b>Специальные свойства пластмасс.</b> Реологические, триботехнические, электрические, акустические, теплофизические, антикоррозионные.	1
Всего		<b>32</b>

## 2. Содержание практических занятий

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
5.2	Определение прочности пластмасс при растяжении, сжатии, изгибе.	1
5.4	Определение показателя текучести расплава полимеров.	1
Всего		<b>2</b>

## 3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 1. Формы контроля и аттестации, оценочные материалы по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам, стажировкам, разделам, темам

Промежуточная аттестации и текущий контроль в программе не предусмотрены.

### 2. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация проводится в форме зачета в виде устного ответа по основным темам программы.

### 3. Вопросы к итоговой аттестации по освоению программы

1. Принципы классификации полимеров.
2. Радикальная полимеризация. Общая характеристика процесса.
3. Реакции роста и обрыва цепи в радикальной полимеризации.
4. Методы проведения реакции радикальной полимеризации и их особенности.
5. Методы проведения реакции ионной полимеризации и их особенности.
6. Методы проведения реакции поликонденсации и их особенности.
7. Технология производства, свойства и применение полиолефинов.
8. Технология производства, свойства и применение поливинилхлоридных пластмасс и фторопластов.
9. Технология производства, свойства и применение полистирольных пластмасс.
10. Получение изделий методом экструзии.
11. Получение изделий методом литья под давлением.
12. Понятие о стабилизации. Физическая и химическая стабилизация.
13. Понятия о стабилизаторах, как специально вводимых веществах на стадии синтеза или переработки полимера.
14. Термическое старение полимеров.
15. Старение полимеров под действием света.
16. Термоокислительное старение полимеров.
17. Теория и принципы стабилизации полимеров.
18. Статическая прочность ПМ. Ее разновидности. Способы оценки.
19. Динамическая прочность. Ее разновидности. Способы оценки.
20. Показатель текучести расплавов полимеров.

## 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

### 1. Учебно-методическое обеспечение программы

#### 4.1.1. Основная литература:

1. 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. - СПб.; М. ; Краснодар : Лань, 2012. - 224 с.
2. 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. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2014. - 368 с.
3. Технология полимерных материалов: учебное пособие / А.Ф. Николаев и [др.]: под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2011. – 533 с.
4. Крыжановский, В.К. Технические свойства пластмасс: учебное пособие для вузов по программе подготовки "Технология переработки пластмасс" направления 240100.62 - Химическая технология. Квалификация: бакалавр, магистр, специалист / В. К. Крыжановский. - СПб. : Профессия, 2014. - 246 с.
5. Крыжановский, В.К. Инженерный выбор и идентификация пластмасс / В.К.Крыжановский .- СПб.:Изд-во НОТ, 2009.- 204 с.

#### 4.1.2. Вспомогательная литература:

1. Химия олигомеров и полимеров : учебное пособие / Н. А. Лавров, И. М. Дворко, Д. А. Панфилов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии полимеров. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2019. - 36 с..
2. Панфилов, Д.А. Прочность полимерных материалов в статических условиях: учебное пособие / Д.А. Панфилов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2021. - 24 с.
3. Основы проектирования и оборудование производств полимеров. Инженерные расчеты в проектировании производств полимерных материалов и изделий : учебное пособие / И.М. Дворко, М.Б. Аликин, Д.А. Панфилов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2023. - 78 с.
4. 115. Химия олигомеров и полимеров. Химические превращения полиэфиров (учебное пособие) / М.Б. Аликин, Д.А. Панфилов. И.М. Дворко; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2024. - 55 с.

### 4.2 Материально-техническое обеспечение программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	лекции	Компьютер с выходом в локальную сеть СПбГТИ (ТУ) и в Интернет, мультимедийный проектор,

		экран, доска.
Учебная аудитория	практические занятия	Лабораторные комнаты и приборы кафедры химической технологии полимеров СПбГТИ(ТУ).

#### **4.3. Кадровые условия реализации программы**

Программа реализуется квалифицированными специалистами в области химической технологии полимерных материалов и пластмасс.