



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

УТВЕРЖДЕНА

Решением ученого совета СПбГТИ(ТУ)
(протокол № 06 от 25.06.2024)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ОСНОВЫ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИМЕРОВ»**

Санкт-Петербург
2024

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Общие сведения по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации (далее – программа) «Основы химии и технологии полимеров»:

Предшествующий уровень образования слушателя	–	среднее профессиональное, высшее образование
Срок освоения (продолжительность обучения)	–	36 часов
Форма обучения	–	очная
Форма итоговой аттестации	–	зачет

1.2. Цель программы: совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации работника (слушателя) в области строения, свойств и способов получения полимеров и изделий из них.

Описание перечня профессиональных компетенций, в рамках имеющейся квалификации работника (слушателя), качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:

- умение использовать знания об основных понятиях полимерной химии, составе, технологиях и методах получения полимерных материалов и изделий из них для понимания взаимосвязи свойств материалов и их эксплуатационных характеристик.

1.3. Учет в содержании программы профессиональных стандартов:

В программе учитывается профессиональный стандарт 26.005 "Специалист по производству наноструктурированных полимерных материалов" для следующих трудовых функций:

- С/01.6 (Современные технологические процессы производства наноструктурированных полимерных материалов);

-С/02.6 (Современные технологические процессы производства наноструктурированных полимерных материалов).

Профессиональный стандарт утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 октября 2020 года N 730н «Специалист по производству наноструктурированных полимерных материалов» (Начало действия документа 01.12.2020).

1.4. Учет в содержании программы квалификационных требований, указанных в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям, профессиям и специальностям.

- в программе учитываются квалификационные требования, указанные в Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих: для должности руководителей - главный технолог; для должности специалистов - инженер-технолог (технолог).

Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих утвержден Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 N 37 в ред. от 27.03.2018 (Начало действия редакции - 27.03.2018).

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения программы «Основы химии и технологии полимеров» слушатель должен:

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.

3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Учебный план программы «Основы химии и технологии полимеров»

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов	В том числе:		Формы контроля*
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1	Раздел 1. Химия и физика полимеров	8	8		
1.1	Классификация и основные понятия в химии и физике полимеров	2	2		
1.2	Закономерности реакций и ионной полимеризации и сополимеризации	2	2		
1.3	Закономерности процесса поликонденсации	2	2		
1.4	Химические превращения полимеров	2	2		
2	Раздел 2. Технология пластмасс общего назначения	8	8		
2.1	Перспективные направления развития технологий производства пластмасс	1	1		
2.2	Технология производства, свойства и применение полиолефинов	2	2		
2.3	Технология производства, свойства и применение поливинилхлоридных пластмасс и фторопластов	2	2		
2.4	Технология производства, свойства и применение полистирольных пластмасс	2	2		
2.5	Технология производства, свойства и применение полиуретанов	1	1		
3	Раздел 3. Технологии переработки пластмасс, основанные на червячной пластикации	4	4		
3.1	Получение изделий методом экструзии	2	2		
3.2	Получение изделий методом литья под давлением	2	2		
4	Раздел 4. Старение и стабилизация полимеров	6	6		
4.1	Основные понятия о старении и стабилизации полимеров	1	1		
4.2	Термическое старение полимеров	1	1		
4.3	Старение полимеров под действием света	1	1		
4.4	Радиационное старение полимеров	1	1		
4.5	Термоокислительное старение полимеров	1	1		
4.6	Теория и принципы стабилизации полимеров	1	1		

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов	В том числе:		Формы контроля*
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
5	Раздел 5. Технические свойства полимерных материалов	8	6	2	
5.1	Основные понятия о технических свойствах полимерных материалов	1	1		
5.2	Статическая и динамическая прочность полимерных материалов	2	2	1	
5.3	Термодеформационные свойства полимерных материалов	2	2		
5.4	Специальные свойства пластмасс	1	1	1	
	Итоговая аттестация	2			зачет
	Итого	36	32	2	2

* Промежуточная аттестации и текущий контроль в программе не предусмотрены

4. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Расписание занятий дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Основы химии и технологии полимеров»*

Дата занятий	День недели	Планируемое время проведения занятий	Кол-во часов	Фамилия, инициалы преподавателя
	Понедельник	9.30 – 17.40	8	Фамилия, инициалы преподавателя
	Вторник	9.30 – 17.40	8	
	Среда	9.30 – 17.40	8	
	Четверг	9.30 – 17.40	8	
	Пятница	9.30 – 12.45	4	
Итого			36	

Перерыв на питание ____ минут: с ____ до ____

* Примерное расписание занятий. В расписании (день недели, планируемое время проведения занятий, количество часов) возможны изменения.

5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ), ПРАКТИК, СТАЖИРОВОК, РАЗДЕЛОВ, ТЕМ

5.1. Темы и содержание лекций

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
1	Раздел 1. Химия и физика полимеров	
1.1	Классификация и основные понятия в химии и физике полимеров. 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 терморективные полимеры.	2
1.2	Закономерности реакций и ионной полимеризации и сополимеризации. 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	Закономерности процесса поликонденсации. 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	Химические превращения полимеров. 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	Раздел 2. Технология пластмасс общего назначения	
2.1	Перспективные направления развития технологий производства пластмасс. 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	Технология производства, свойства и применение полиолефинов. 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	Технология производства, свойства и применение поливинилхлоридных пластмасс и фторопластов. 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	Технология производства, свойства и применение полистирольных пластмасс. 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	Технология производства, свойства и применение полиуретанов. 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	Раздел 3. Технологии переработки пластмасс, основанные на червячной пластикации полимеров	

3.1	Получение изделий методом экструзии. 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	Получение изделий методом литья под давлением. 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	Раздел 4. Старение и стабилизация полимеров	
4.1	Основные понятия о старении и стабилизации полимеров. 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	Термическое старение полимеров. 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	Старение полимеров под действием света. Краткие сведения о поглощении света веществом. Стадия иницирования при фотодеструкции. Хромофорные группы.	1
4.4	Радиационное старение полимеров. Механизм, особенности, примеры.	1
4.5	Термоокислительное старение полимеров. Влияние физической структуры на процессы термоокислительной деструкции полимеров.	1
4.6	Теория и принципы стабилизации полимеров. Аспект влияния распределения низкомолекулярных веществ в полимере на старение и стабилизацию полимеров. Стабилизаторы, применяемые для ПЭ, ПС, ПВХ.	1
5	Раздел 5. Технические свойства полимерных материалов	
5.1	Основные понятия о технических свойствах полимерных материалов. Значение знания свойств пластмасс (ПМ). Для их правильного выбора. Полимеры и пластмассы. Кристалличность и аморфность. Физические и фазовые состояния.	1
5.2	Статическая и динамическая прочность полимерных материалов. Разновидности. Влияние физико-химических свойств ПМ на их статическую и динамическую прочность.	2

5.3	Термодеформационные свойства полимерных материалов. Оценка разновидностей способов их определения. Термомеханические кривые, их анализ и применение. Фазовые состояния полимеров	2
5.4	Специальные свойства пластмасс. Реологические, триботехнические, электрические, акустические, теплофизические, антикоррозионные.	1
Всего		32

5.2. 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		2

6. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1. 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.

6.2. Оценочные материалы для итоговой аттестации

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

6.2.1. 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.

7 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

7.1. Учебно-методическое обеспечение программы

7.1.1. 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.

7.1.2. 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.

7.2. 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).

7.3. Кадровые условия реализации программы

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

8. ИНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Иные компоненты отсутствуют.

9. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Дополнительные сведения по программе «Основы химии и технологии полимеров»:

Сведения о разработке: впервые; новая редакция; с изменениями и/или дополнениями	–	разработана впервые
Программа одобрена на заседании	–	кафедры химической технологии полимеров 10.06.2024, протокол № 5
Соотнесение программы к укрупненной группе направлений подготовки (код, наименование)	–	18.00.00 Химические технологии
Соотнесение программы к направлению подготовки (специальности) высшего образования (бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры) или СПО (код, наименование)	–	18.03.01 Химическая технология
Организация, по инициативе которой осуществляется дополнительное профессиональное образование	–	СПбГТИ(ТУ)

10. СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТЧИКАХ

10.1. Разработчики программы:

Доцент кафедры химической
технологии полимеров, канд.техн.наук, доцент

_____ Д.А. Панфилов

10.2. Руководитель структурного подразделения, разработавшего программу:

Заведующий кафедрой химической
технологии полимеров, канд.хим.наук, доцент

_____ Д.А. де Векки