



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

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор

*М.В. Пискарев*  
« 29 » 2022 г. Д.П. Пискарев



**Программа кандидатского экзамена**

**2.6.11 «Технология и переработка синтетических и природных  
полимеров и композитов»**

Санкт-Петербург  
2022

## **Введение**

Настоящая программа кандидатского экзамена разработана для научной специальности 2.6.11 «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов». Экзаменуемый должен показать высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знание общих концепций и методологических вопросов научной специальности, истории ее формирования и развития, глубокое понимание основных разделов теории и практики изученного материала, а также умение применять свои знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Настоящая программа составлена на кафедре химической технологии полимеров Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню владения теоретическим материалом, терминологической подготовленности и степени освоения дисциплины «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

### **1. Порядок проведения кандидатского экзамена**

Проведение кандидатского экзамена осуществляется в форме открытого заседания экзаменационной комиссии. Кандидатский экзамен проводится в устной форме.

Аспиранты с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать данный экзамен, как в устной форме, так и в письменной форме.

Экзаменационные билеты должны включать два вопроса из программы кандидатского экзамена по специальности и один вопрос из дополнительной программы, которая составляется аспирантом (соискателем) совместно с научным руководителем в соответствии с темой диссертационной работы соискателя и рассматривается на заседании кафедры.

Для подготовки к ответу аспиранту отводится не более 60 минут, а на ответ – не более 30 минут. При ответе на вопросы экзаменационного билета члены экзаменационной комиссии могут задавать дополнительные вопросы аспиранту только в рамках содержания вопросов экзаменационного билета.

Во время заседания экзаменационной комиссии ведётся протокол в соответствии с установленным образцом.

Решение экзаменационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии. Уровень знаний оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Результаты экзамена оформляются протоколом и объявляются всем аспирантам группы в тот же день после завершения сдачи кандидатского экзамена.

Все прочие необходимые условия приема кандидатского экзамена изложены в нормативных документах (локальных актах) СПбГТИ(ТУ).

### **2. Основное содержание программы кандидатского экзамена**

#### **2.1. Химическая технология полимеров**

2.1.1. *Введение.* Значение и роль полимерных материалов в хозяйстве страны, технически важные полимеры: эластомеры (каучуки), пластические массы, искусственные и синтетические волокна, полимерные покрытия – пленки, лаки, краски. Конструкционные материалы на основе полимеров. Их применение в различных отраслях народного хозяйства: в технике, строительстве, в медицине и т.д. Пути интенсификации производства и улучшения качества промышленной продукции.

Социально – экономические и экологические предпосылки развития сырьевой базы промышленности синтетических полимеров.

### *2.1.2. Основы технологии и синтеза полимеров, их молекулярная структура и макроскопические свойства*

Основные мономеры для синтеза полимеров. Современные представления о механизмах синтеза полимеров. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Сополимеризация. Стереоспецифическая полимеризация. Ступенчатая полимеризация и поликонденсация. Моделирование и математическое описание процессов синтеза полимеров.

Основные представления о способах производства полимеров. Полимеризация в растворе, эмульсии, суспензии, массе мономера, в газовой и твердой фазе. Производство полимеров в расплавах мономеров при ступенчатом синтезе. Влияние способов производства полимеров на состав полимеров. Автоматизация процессов производства полимеров на основе математического моделирования.

Молекулярная структура и макроскопические свойства полимеров. Молекулярная масса цепей. Молекулярно-массовое распределение. Высокоэластичность, пленко- и волокнообразование как характерные признаки полимерного состояния вещества. Физические, фазовые и агрегатные состояния полимеров. Стеклование и кристаллизация полимеров. Физические свойства полимеров в различных состояниях. Пути управления ими. Надмолекулярные структуры в аморфных и кристаллических полимерах. Электрические, теплофизические, оптические, фрикционные и другие свойства. Особенности химических свойств полимеров. Полимераналогичные, внутри- и межмолекулярные реакции. Действие света, излучений высоких энергий, теплоты на полимеры. Окисление полимеров и меры защиты. Механохимические превращения полимеров. Сетчатые полимеры. Стойкость полимеров к агрессивным средам.

### *2.1.3. Свойства полимеров и материалов на их основе. Методы их оценки.*

Основные свойства полимеров, определяющие их переработку в изделия. Технологические свойства полимерных материалов. Реологические свойства. Взаимосвязь молекулярной структуры и технологических свойств полимерных материалов. Методы испытания полимерных материалов. Механические свойства полимерных материалов. Прочностные и деформационные свойства. Релаксационные свойства. Упругогистерезисные свойства. Долговечность и усталостная выносливость. Динамические свойства. Износостойкость. Зависимость свойств полимерных материалов от температуры. Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами. Прогнозирование свойств изделий из полимеров на основе результатов испытаний полимеров.

### *2.1.4. Основные полимеры и полимерные материалы.*

Классификация полимерных материалов по химическому строению полимерной цепи, по технологическим и эксплуатационным характеристикам.

Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, получаемые цепной полимеризацией: полиолефины, полистирол и сополимеры стирола с другими мономерами, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фторопласты, полиакрилонитрил, поливинилацетат и др.

Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, покрытий, получаемые по ступенчатым реакциям: полиформальдегид, полиацетальдегид, пентапласт, полифениленоксид, полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат, поликарбонаты, полиамиды, полиимиды, полиуретаны, фенольно-альдегидные, аминокальдегидные, эпоксидные, полиэфирные (ненасыщенные), фурановые, кремнийорганические смолы и др.

Натуральный и синтетические каучуки. Их получение, химическое строение, состав, выпускные формы, физические и технологические свойства, свойства вулканизаторов и их применение. Взаимосвязь между структурой каучуков и их свойствами.

Синтетические каучуки: бутадиеновые, изопреновые, бутадиен-стирольные и бутадиен-нитрильные, силиконовые, хлоропеновые, бутилкаучук, этиленпропиленовые

СКЭП и СКЭПТ, эпихлоргидриновые, фторкаучуки, уретановые, полисульфидные, акрилатные и др. Термоэластопласты.

Жидкие олигомеры и получение полимерных материалов на их основе. Композиции двух и более полимеров. Химически модифицированные полимеры: поливиниловый спирт, поливинилацетаты, хлорированный и сульфохлорированный полиэтилен, эфиры целлюлозы, ионообменные смолы и др. Социально-экономические и экологические предпосылки развития производства и применения полимеров.

## **2.2. Полимерные композиты**

### *2.2.1. Общие принципы создания полимерных композиционных материалов*

Понятие о полимерных композитах. Принципы составления рецептуры пластмасс, резин, пленок, покрытий и др. полимерных материалов. Многообразие требований, предъявляемых полимерным материалам различного назначения. Техничко-экономическая оценка их применения.

Конструкционные, теплостойкие, ударопрочные, теплоизолирующие, морозостойкие, бензомаслостойкие, огнестойкие, пористые (губчатые), твердые, рентгенозащитные, электропроводящие, магнитные, антифрикционные и др. материалы. Полимеры для изоляционных материалов. Оптимизация состава полимерных материалов на основе математического планирования эксперимента.

### *2.2.2. Ингредиенты полимерных композиций и их роль в формировании свойств полимерных материалов*

Роль ингредиентов и механизм их действия в полимерах. Общие требования, предъявляемые к ингредиентам и оценка их качества. Отверждение и вулканизация, как процесс формирования сетчатых полимеров. Структура сетчатого полимера, параметры сетки. Влияние структуры вулканизационной сетки на свойства конечного продукта.

Отвердители и вулканизирующие вещества. Ускорители и активаторы отверждения и вулканизации, их классификация и влияние на структуру и свойства вулканизатов. Старение полимерных материалов под влиянием тепла, света, кислорода, озона, многократный деформаций и т.д. Методы исследования старения. Классификация противостарителей. Озонное старение и методы защиты от озонного старения. Радиационное старение. Термо- и светостабилизация.

Наполнение и наполнители. Система полимер - наполнитель. Теории усиления полимеров наполнителями. Классификация наполнителей.

Красящие вещества. Назначение и основные требования, предъявляемые к красителям. Неорганические красители. Органические красители. Специальные ингредиенты: модификаторы, порообразующие, антифрикционные, абразивы, антипирены и др. и их назначение.

Пластификаторы. Влияние пластификаторов на свойства полимеров. Теория действия пластификаторов. Требования к пластификаторам. Классификация пластификаторов.

Армирование и армирующие материалы. Текстиль, стекловолокна и ткани, металлокорд, асбест и др. Назначение и требования, предъявляемые к их качеству.

Полимер-полимерные системы. Физико-химические явления на границе раздела фаз гетерогенных полимерных систем.

### *2.2.3. Основные процессы переработки полимеров*

Особенности переработки эластомеров, пластмасс и стеклопластиков, лакокрасочных материалов, покрытий, пленок. Подготовительные стадии производств. Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения. Теории процесса смешения и диспергирования, моделирование, математическое описание процесса. Классификация методов переработки полимеров.

Переработка в твердом, вязкотекучем состоянии, в растворе полимеров, водных дисперсиях, из олигомеров. Прессование порошкообразных, гранулированных, волокнистых и слоистых материалов. Экструзия. Особенности экструзии на одношнековых, двухшнековых, дисковых экструдерах, производительность и мощность потребляемая экструдерами, рабочая точка экструдера. Технология изготовления изделий литьем под давлением. Уравнение состояния, изменение температуры и давления в форме, особенности течения материала в форме. Процесс каландрования. Теоретическое обоснование процесса каландрования, его математическое описание. Режим каландрования. Типы каландров в зависимости от назначения. Поточные высокопроизводительные автоматические линии промазки и накладки полимерной смеси на ткань. Технология получения пленочных материалов поливом из раствора.

Технология изготовления изделий из армированных пластмасс (стеклопластиков). Изготовление труб, емкостей намоткой. Технология переработки олигомеров в изделия. Технология изготовления газонаполненных, пенистых, ячеистых полимеров. Соединение деталей из полимеров: механическое, склеивание, сварка, приформовка. Обработка и отделка изделий. Окрашивание, печатание, тиснение. Методы неразрушающего контроля качества изделий. Полимерные клеи. Латексные и другие адгезивы для крепления к тканям. Вулканизация. Отверждение реактопластов. Изготовление полимерных изделий из латекса. Коллоидно-химические свойства латексов и их влияние на технологию производства изделий. Методы изготовления изделий из латекса.

### **3. Примерный перечень экзаменационных вопросов**

#### *Химическая технология полимеров*

1. Механизм радикальной полимеризации.
2. Механизм ионной полимеризации.
3. Сополимеризация. Стереоспецифическая полимеризация.
4. Ступенчатая полимеризация и поликонденсация.
5. Полимеризация в растворе, эмульсии, суспензии, массе мономера, в газовой и твердой фазе.
6. Молекулярная структура и макроскопические свойства полимеров.
7. Физические, фазовые и агрегатные состояния полимеров.
8. Физические свойства полимеров в различных состояниях.
9. Надмолекулярные структуры в аморфных и кристаллических полимерах
10. Электрические, теплофизические, оптические, фрикционные свойства полимеров.
11. Полимераналогичные, внутри- и межмолекулярные реакции.
12. Механохимические превращения полимеров
13. Стойкость полимеров к агрессивным средам.
14. Реологические свойства полимеров
15. Механические свойства полимерных материалов.
16. Упругогистерезисные свойства полимеров.
17. Долговечность и усталостная выносливость полимеров.
18. Динамические свойства полимеров.
19. Износостойкость полимеров.
20. Полиолефины и их применение.
21. Сополимеры стирола и их применение.
22. Полиакрилаты и их применение.
23. Поливинилхлорид и его применение.
24. Фторопласты и их применение.
25. Поливинилацетат и сополимеры винилацетата и их применение.

26. Полиформальдегид, полиацетальдегид, пентапласт, полифениленоксид, полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат и их применение.
27. Поликарбонаты, полиамиды, полиимиды и их применение.
28. Полиуретаны, фенольно-альдегидные, аминокальдегидные смолы и их применение.
29. Эпоксидные, полиэфирные (ненасыщенные), фурановые смолы и их применение.
30. Кремнийорганические смолы и их применение.
31. Синтетические каучуки и их применение.
32. Термоэластопласты и их применение.
33. Жидкие олигомеры и получение полимерных материалов на их основе.

#### *Полимерные композиты*

34. Принципы составления рецептуры пластмасс.
35. Принципы составления рецептуры резин.
36. Принципы составления рецептуры лакокрасочных материалов.
37. Компоненты вулканизирующих систем.
38. Старение полимерных материалов под действием различных факторов, методы изучения, классификация антистарителей.
39. Теории усиления полимеров наполнителями. Классификация наполнителей.
40. Красящие вещества. Неорганические красители – пигменты, органические красители.
41. Пластификаторы. Влияние пластификаторов на свойства полимеров.
42. Армирование и армирующие материалы: текстиль, стекловолокна и ткани, металлокорд, асбест.
43. Полимер-полимерные системы. Физико-химические явления на границе раздела фаз гетерогенных полимерных систем
44. Основы переработки эластомеров.
45. Основы переработки пластмасс и стеклопластиков.
46. Основы технологии производства лакокрасочных материалов и покрытий.
47. Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения.
48. Теории процесса смешения.
49. Физико-химические основы диспергирования.
50. Переработка полимерных систем в твердом, вязкотекучем состоянии.
51. Прессование порошкообразных, гранулированных, волокнистых и слоистых материалов.
52. Экструзия. Особенности экструзии на различном оборудовании.
53. Шприцевание эластомеров в машинах червячного типа.
54. Формование полимерных композиций, аппаратное оформление, пути интенсификации.
55. Технология изготовления изделий литьем под давлением.
56. Физико-химические основы и аппаратное оформление процесса каландрования
57. Технология получения пленочных материалов поливом из раствора.
58. Технология изготовления изделий из армированных пластмасс.
59. Технология переработки олигомеров в изделия.
60. Технология изготовления газонаполненных, пенных, ячеистых полимеров.
61. Технология соединения деталей из полимеров: механическое, склеивание, сварка, приформовка.
62. Методы неразрушающего контроля качества изделий.
63. Полимерные клеи, виды клеев, области применения.
64. Физико-химические основы вулканизации.
65. Технология вулканизации.

66. Коллоидно-химические свойства латексов и их влияние на технологию производства изделий.
67. Методы изготовления изделий из латекса: макание, ионное отложение, желатинирование.
68. Методы получения и технические виды регенератов. Способы вторичного использования полимеров.

#### 4. Рекомендуемая литература

##### а) печатные издания

1. Шевченко, А. А. Физикохимия и механика композиционных материалов / А. А. Шевченко. – Санкт-Петербург.: Профессия, 2010. – 224 с.- ISBN 978-5-91884-003-0.
2. Холден, Дж. Термоэластопласты / Дж. Холден, Х. Р. Крихельдорф, Р. П. Куирк; пер. с англ. 3-го изд. под ред. Б. Л. Смирнова. - Санкт-Петербург. : ЦОП "Профессия" ; Санкт-Петербург: Профессия, 2011. - 717 с. - ISBN 978-5-91884-033-7.
3. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Учебник для вузов. 4-изд. /А.Д.Яковлев. Санкт-Петербург: Химиздат, 2010.- 448с. - ISBN 978-5-93808-181-9.
4. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженов, А. А. Берлин, А. А. Кульков, В. Г. Ошмян. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 347 с. - ISBN 978-5-91559-045-7.
5. Серова, В.Н. Полимерные оптические материалы / В. Н. Серова. - Санкт-Петербург: НОТ, 2015. - 382 с. - ISBN 978-5-91703-023-4.
6. Цвайфель, Х. Добавки к полимерам: Справочник / Х. Цвайфель, Р. Д. Маер, М. Шиллер; пер. с англ. 6-го изд. В. Б. Узденского, А. О. Григорова. - Санкт-Петербург: Профессия, 2010. - 1138 с. - ISBN 978-5-91884-008-5.
7. Функциональные наполнители для пластмасс / под ред. М. Ксантоса, пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева. - Санкт-Петербург: НОТ, 2010. - 461 с. - ISBN 978-5-91703-016-6.
8. Михайлин, Ю.А. Тепло-, термо-, и огнестойкость полимерных материалов /Ю.А. Михайлин. Санкт-Петербург: НОТ, 2011.- 415с. - ISBN 978-5-91703-021-0.
9. Киреев, В. В. Высокмолекулярные 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 978-5-9916-1325-6.
10. 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 978-5-8114-5019-9
11. Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров : Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология" / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева. - 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. – 368 с. - ISBN 978-5-8114-1779-7
12. Кулезнев, В. Н. Смеси и сплавы полимеров : конспект лекций / В. Н. Кулезнев. – Санкт-Петербург. : НОТ, 2013. - 216 с. - ISBN 978-5-91703-033-3
13. Кленин, В. И. Высокмолекулярные 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
14. 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.
15. Ложечко, Ю.П. Литье под давлением термопластов / Ю. П. Ложечко. - СПб. : Профессия ; Санкт-Петербург. : ЦОП "Профессия", 2010. - 219 с. - ISBN 978-5-91884-011-5.
  16. Швейцер, Ф. А. Коррозия пластмасс и резин / Ф. А. Швейцер; пер. с англ. под ред. С. В. Резниченко, Ю. Л. Морозова. - Санкт-Петербург: НОТ, 2010. - 638 с. - ISBN 978-5-91703-010-4.
  17. 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
  18. Савельянов, В.П. Общая химическая технология полимеров /В.П. Савельянов/ Москва: Академкнига, 2007. – 336с. - ISBN 978-5-94628-309-0.
  19. Технология полимерных материалов: Учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология высокомолекулярных соединений" / А. Ф. Николаев, В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов и др.; под общ. ред. В. К. Крыжановского. - Санкт-Петербург: Профессия, 2008. - 533 с. - ISBN 978-5-93913-152-0.
  20. Реология: концепции, методы, приложения: авториз. пер. с англ. яз. / А. Я. Малкин, А. И. Исаев. - Санкт-Петербург: Профессия, 2010. - 557 с. - ISBN 978-5-93913-139-1.
  21. Окрашивание полимерных материалов / А. Мюллер; пер. с англ. С. В. Бронникова. – Санкт-Петербург : Профессия, 2006. - 277 с. - ISBN 5-93913-077-1.
  22. Михайлин, Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы/ Ю. А. Михайлин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2008. - 820 с. - ISBN 978-5-91703-003-6.
  23. Михайлин, Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2009. - 658 с. - ISBN 978-5-91703-011-1.
  24. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман; пер. с англ. Г. П. Ямпольской; под ред. Б. Д. Сумма. - Москва.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 528 с. - ISBN 978-5-94774-363-0.
  25. Верхованцев, В.В. Функциональные добавки в технологии лакокрасочных материалов и покрытий / В. В. Верхованцев. - Москва.: ЛКМ-пресс, 2008. - 278 с. - ISBN 978-5-9901286-1-3.
  26. Крыжановский, В.К. Наноструктурированные полимерные материалы и покрытия: Учебное пособие / В. К. Крыжановский [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии пластмасс, СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии орган. покрытий. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2012. - 101 с.

#### **б) электронные издания**

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.- 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: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
2. Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров : Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология" / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева. - 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: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
3. 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: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.



4. 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: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
5. 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, 2021. - 140 с. - ISBN 978-5-8114-2712-3 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
6. 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: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
7. Михайлин, Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы/ Ю. А. Михайлин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2010. - 820 с. - ISBN 978-5-91703-003-6 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
8. Михайлин, Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2009. - 658 с. - ISBN 978-5-91703-011-1 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
9. Михайлин, Ю.А. Тепло-, термо-, и огнестойкость полимерных материалов /Ю.А.Михайлин. Санкт-Петербург: НОТ, 2011.- 415с. - ISBN 978-5-91703-021-0 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
10. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман; пер. с англ. Г. П. Ямпольской; под ред. Б. Д. Сумма. - Москва.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. - 529 с. - ISBN 978-5-00101-767-7 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
11. Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров : Учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-4991-0 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
12. Иржак, В.И. Структурная кинетика формирования полимеров : Учебное пособие / В. И. Иржак. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1684-4 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.
13. Иржак, В.И. Структура и свойства полимерных материалов : учебное пособие / В. И. Иржак. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2019. - 168 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-3752-8 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2022). - Режим доступа: по подписке.

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.lti-gti.ru>
2. Российская государственная библиотека - [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
3. Российская национальная библиотека - [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
4. Библиотека Академии наук - [www.rasl.ru](http://www.rasl.ru)

5. Библиотека по естественным наукам РАН - [www.benran.ru](http://www.benran.ru)
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru)
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
9. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science - [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)
10. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com>
11. Программа для расчета термодинамических параметров химических реакций  
IVTANTHERMO