



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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Мельник А.М. Мельник

« 29 » 07 2022 г.



Программа кандидатского экзамена

1.4.7 «Высокомолекулярные соединения»

Санкт-Петербург
2022

Введение

Настоящая программа кандидатского экзамена разработана для научной специальности 1.4.7 Высокомолекулярные соединения.

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 «Высокомолекулярные соединения».

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. Строение и реакционная способность мономеров и полимеров.

2.1.1. *Основные понятия и определения.* Мономеры, олигомеры, полимеры, основная цепь, боковые цепи, степень полимеризации, гомополимеризация, сополимеризация, поликонденсация, реакции в уеях полимеров

2.1.2 *Классификация и номенклатура полимеров.* Классификация по химическому строению, по конфигурации цепи, по поведению при нагревании и др. Номенклатуры тривиальная, рациональная, систематическая.

2.1.3. *Влияние строения на реакционную способность мономеров и радикалов.* Факторы, оказывающие влияние на реакционную способность. Влияние сопряженности системы, строения заместителей, стерических факторов. Правило антибатности.

2.1.4. *Реакционноспособные полимеры.* Влияние строения макроцепи на возможность проведения реакций с функциональными группами.

2.1.5. *Молекулярная масса полимеров.* Методы определения. Молекулярно-массовое распределение.

2.2. Радикальная полимеризация и сополимеризация.

2.2.1. *Понятие о цепной полимеризации.*

2.2.2. *Стадии гомополимеризации.* Инициирование процессов полимеризации. Условия и механизм инициирования. Инициаторы полимеризации. Механизм образования активных центров. Рост цепи, разновидности реакций присоединения мономера к растущему радикалу. Образование дефектов в макроцепи. Обрыв цепи, его разновидности.

2.2.3. *Реакции необратимой и обратимой передачи цепи.* Механизмы реакций. Влияние реакций передачи цепи на молекулярную массу полимеров, строение цепи.

2.2.4. *Кинетика полимеризации.* Кинетика инициирования, роста и обрыва цепи. Кинетические уравнения

2.2.5. *Влияние условий проведения реакции на скорость реакции, молекулярную массу полимеров.* Влияние концентрации мономера, инициатора, температуры, давления.

2.2.6. *Методы проведения радикальной полимеризации.* Особенности проведения реакции в блоке, в растворе, в эмульсии, в суспензии.

2.2.7. *Стадии радикальной сополимеризации.* Реакции инициирования, образования активных центров, роста цепи.

2.2.8. *Модели роста цепи с учетом влияния концевых звена и с учетом влияния удаленных звеньев.*

2.2.9. *Уравнение состава сополимера.* Методика вывода уравнений.

2.2.10. *Понятие о константах относительной активности мономеров, их физический смысл.*

2.2.11. *Формирование микроструктуры сополимера.* Уравнения для расчета вероятности образования микроструктур.

2.3. Поликонденсация и полимераналогичные превращения.

2.3.1. *Равновесная и неравновесная поликонденсация.* Примеры химических реакций. Влияние образования побочных соединений на кинетику процесса.

2.3.2. *Различия реакций полимеризации и поликонденсации.*

2.3.3. *Реакции получения различных олигомеров.* Полиэфиры, эпоксидные олигомеры, полиамиды, полиимиды и др. Методы проведения поликонденсации.

2.3.4. *Факторы, оказывающие влияние на протекание реакций полимераналогичных превращений.* Примеры реакций. Влияние строения макроцепи и микроструктуры полимеров на протекание реакций.

3. Примерный перечень экзаменационных вопросов

Строение и реакционная способность мономеров и полимеров

1. *Основные понятия и определения.* Мономеры, олигомеры, полимеры, основная цепь, боковые цепи, степень полимеризации, гомополимеризация, сополимеризация, поликонденсация, реакции в цепях полимеров

2. Классификация полимеров.

3. Номенклатура полимеров.

4. Влияние сопряженности системы, строения заместителей, стерических факторов на реакционную способность мономеров и радикалов.

5. Влияние строения макроцепи на возможность проведения реакций с функциональными группами полимеров.

6.. Методы определения молекулярной массы полимеров. Молекулярно-массовое распределение.

Радикальная полимеризация и сополимеризация.

7. Понятие о цепной полимеризации.

8. Стадии гомополимеризации.

9. Инициирование процессов полимеризации. Условия и механизм инициирования.

10. Инициаторы полимеризации. Механизм образования активных центров.

11. Рост цепи, разновидности реакций присоединения мономера к растущему радикалу. Образование дефектов в макроцепи.

12. Обрыв цепи, его разновидности.

13. Реакции необратимой и обратимой передачи цепи. Механизмы реакций.

14. Влияние реакций передачи цепи на молекулярную массу полимеров, строение цепи.

15. Кинетика полимеризации.

16. Влияние условий проведения реакции на скорость реакции, молекулярную массу полимеров.

17. Методы проведения радикальной полимеризации.

18. Стадии радикальной сополимеризации.

19. Модели роста цепи с учетом влияния концевых звена и с учетом влияния удаленных звеньев.

20. Уравнение состава сополимера.

21. Понятие о константах относительной активности мономеров, их физический смысл.

22. Формирование микроструктуры сополимера. Уравнения для расчета вероятности образования микроструктур.

Поликонденсация и полимераналогичные превращения.

23. Равновесная и неравновесная поликонденсация.

24. Различия реакций полимеризации и поликонденсации.

25. Реакции получения сложных полиэфиров.

26. Реакции получения сложных эпоксидных олигомеров.

27. Реакции получения сложных полиамидов.

28. Реакции получения сложных полиимидов.

29. Методы проведения поликонденсации.

30. Трехмерная поликонденсация.

31. Факторы, оказывающие влияние на протекание реакций полимераналогичных превращений. Примеры реакций.

32. Деструкция полимеров.

4. Рекомендуемая литература

а) печатные издания:

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д.Семчиков. - 3-е изд. – Москва: Академия, 2006. – 367 с. ISBN 5-7695-3028-6.
2. Технология полимерных материалов: Учебное пособие / А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов и [др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2011. - 536 с. ISBN 978-5-93913-152-0.
3. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер; под ред. А.А. Аскадского. - 4-е изд., перераб. и доп.- Москва: Научный мир, 2007.- 573 с. ISBN 978-589-176-437-8.
4. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2014, 368 с. ISBN 978-5-8114-1779-7.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Лавров, Н.А. Химия олигомеров и полимеров: учебное пособие/ Н.А. Лавров, И.М. Дворко, Д.А. Панфилов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2019. -36 с.
10. Лавров, Н.А. Полимеры и сополимеры винилового спирта: учебное пособие. / Н.А. Лавров, Л.И. Шальнова; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2020. -28 с.

б) электронные учебные издания:

1. 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.
2. 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.
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: 01.02.2021). - Режим доступа: по подписке.
4. 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.

5 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.

6 Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров: учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 208 с. ISBN 978-5-8114-4991-0 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 08.02.2021). – Режим доступа: по подписке.

7. Лавров, Н.А. Химия олигомеров и полимеров: учебное пособие/ Н.А. Лавров, И.М. Дворко, Д.А. Панфилов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2019. -36 с. // СПбГТИ(ТУ): электронная библиотека - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 10.02.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Лавров, Н.А. Полимеры и сополимеры винилового спирта: учебное пособие. / Н.А. Лавров, Л.И. Шальнова; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. химической технологии полимеров. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2020. -28 с. // СПбГТИ(ТУ): электронная библиотека - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 01.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей *Дополнительная*

Вспомогательная литература

1. Полимеры — носители биологически активных веществ / Е.Ф. Панарин, Н.А. Лавров, М.В. Соловский, Л.И. Шальнова, под редакцией Е.Ф. Панарина и Н.А. Лаврова. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. - 304 с.

2. Лавров, Н.А. Введение в специальность. Технология и переработка полимеров: учебное пособие / Н.А. Лавров, Е.К. Ржехина, Л.И. Шальнова. Под редакцией Н.А. Лаврова. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015. - 75 с.

3. Лавров, Н.А. Полимеры на основе N-винилсукцинимиды / Н.А.Лавров . - СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. - 240 с.4

4. Лавров, Н.А. Реакционная среда и кинетика полимеризационных процессов / Н.А. Лавров, Е.В. Сивцов, А.Ф. Николаев. – СПб.: Синтез, 2001. – 94с.

5. Практикум по химии и физике полимеров: Учеб. пособие / Н.И. Аввакумова, Л.А. Бударина, С.М. Дизгун и др.; под ред. В.Ф. Куренкова. – М.: Химия, 1990. – 304с.

6. Торопцева, А.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений / А.М. Торопцева, К.В. Белогородская, В.М. Бондаренко. – Л.: Химия, 1972. – 416с.

7. Энциклопедия полимеров / Под ред. В.А. Каргина. – М.: Советская энциклопедия, 1972 (т. 1), 1974 (т. 2), 1978 (т. 3).

8. Лавров, Н.А. Межмолекулярные взаимодействия в процессах радикальной сополимеризации: Учебное пособие / Н.А. Лавров, Е.В. Сивцов. - СПбГТИ(ТУ). - СПб., 2010. - 44 с.

9. Лавров, Н.А. Исследование межмолекулярных взаимодействий в системах мономер – растворитель рефрактометрическим методом: Методические указания / Н.А. Лавров, Е.В. Сивцов, С.С. Алексеева. - СПбГТИ(ТУ). □ СПб., 2006. □ 16 с.

10. Лавров, Н.А.. Реакции в цепях полимеров и сополимеров N-винилимидов янтарной и фталевой кислот: Методические указания. / Н.А. Лавров, В.М. Чуднова, Л.И. Шальнова СПбГТИ(ТУ). - СПб., 1996. - 27 с.

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
3. Российская национальная библиотека - www.nlr.ru
4. Библиотека Академии наук - www.rasl.ru
5. Библиотека по естественным наукам РАН - www.benran.ru
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - www.viniti.ru
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - www.gpntb.ru
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - elibrary.ru
9. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science - webofknowledge.com
10. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com>