

**Программа**  
**вступительного испытания по специальной дисциплине**  
**в аспирантуре НИЦ «Курчатовский институт»**  
**по группе научных специальностей**  
**2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия**  
**2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров**  
**и композитов (химические науки)**

**1. Общие положения**

1.1. Данная программа предназначена для подготовки к вступительным испытаниям в аспирантуру по специальной дисциплине. Программа вступительных испытаний в аспирантуру подготовлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень магистра или специалиста).

Экзамен проводится с целью выявления у поступающего объема научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Поступающий должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

1.2. Программой устанавливается:

форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;

шкала оценивания;

максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;

критерии оценки ответов.

1.3. Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.4. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом НИЦ «Курчатовский институт».

1.5. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной

оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

## **2. Форма, процедура проведения и шкала оценивания вступительного испытания**

2.1. Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. Экзамен проходит в устной форме. Подготовка к ответу составляет 1 астрономический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Ответ на билет оценивается от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Билет включает в себя два вопроса в соответствии с перечнем тем, установленных данной Программой, на которые необходимо дать развернутые и полные ответы.

Вопросы охватывают следующие темы: общие представления о полимерах, принципы создания полимерных композиционных материалов, процессы переработки полимеров и композитов.

Вопросы специализации включают в себя вопросы по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

В случае проведения экзамена в дистанционном формате вступительное испытание проводится в режиме видеоконференцсвязи.

2.2. Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 10-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания по специальной дисциплине, устанавливается равным 4 баллам.

### **Шкала оценивания**

<b>Оценка, баллы</b>	<b>Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой</b>
9-10	Поступающий уверенно владеет материалом, приводит точные формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, сопровождает их строгими и полными доказательствами, уверенно отвечает на дополнительные вопросы программы вступительного

	испытания.
6-8	Поступающий владеет материалом, приводит точные формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, сопровождает их доказательствами, в которых допускает отдельные неточности. Отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.
4-5	Поступающий знаком с основным материалом программы, приводит формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, но допускает некоторые неточности, сопровождает их доказательствами, в которых допускает погрешности либо описывает основную схему доказательств без указания деталей. Отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности.
0-3	Поступающий не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, не способен приводить формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, не умеет доказывать теоремы и другие утверждения, не знает даже схемы доказательств. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

### 3. Вопросы к вступительному испытанию

#### Общие представления о полимерах

1. Полимеры синтетические и природные. Основные классы синтетических полимеров: карбоцепные (полимерные углеводороды, полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов, полимеры акриловой и метакриловой кислот и их производных, полимерные спирты, сложные эфиры, ацетали, фенолоальдегидные олигомеры и полимеры); гетероцепные (карбамидо- и меламинаформальдегидные олигомеры и полимеры, сложные олигоэфиры и полиэферы, полиамиды, полиуретаны, эпоксидные олигомеры и полимеры).

2. Современные представления о механизмах синтеза полимеров. Цепные процессы (радикальная и ионная полимеризация). Сополимеризация. Стереоспецифическая полимеризация. Ступенчатые процессы (ступенчатая полимеризация и поликонденсация).

3. Процесс полимеризации на примере акриламида, стирола, метилметакрилата, винилацетата, пропилена, этилвинилового эфира, акрилонитрила, бутадиена, стирола, винилхлорида, изопрена, винилиденхлорида, изобутилена

(на выбор).

4. Процесс поликонденсации поликонденсации глутаровой кислоты ( $C_5$ ) и гексаметилендиамина, поликонденсации аминокундекановой кислоты ( $C_{11}$ ), азелаиновой кислоты ( $C_9$ ) и гексаметилендиамина, пимелиновой кислоты ( $C_7$ ) и бутандиола-1,4, п-фенилендиамина и себаценовой кислоты. ( $C_{10}$ ), диэтиленгликольтерефталата, энантолактама ( $C_7$ ), капролактама, пробковой кислоты ( $C_8$ ) и пентаметилендиамина, азелаиновой кислоты ( $C_9$ ) и пентандиола-1,5, адипиновой кислоты ( $C_6$ ) и пентаметилендиамина (на выбор).

5. Химические реакции полимеров. Полимераналогичные, внутри- и межмолекулярные реакции. Действие света, излучений высоких энергий, теплоты на полимеры.

6. Окисление полимеров и меры защиты. Механохимические превращения полимеров. Сетчатые полимеры. Стойкость полимеров к агрессивным средам.

7. Молекулярная структура и свойства полимеров. Структуры полимеров на молекулярном уровне. Надмолекулярная структура полимеров. Физические, фазовые и агрегатные состояния полимеров.

8. Основные свойства полимеров, определяющие их переработку в изделия. Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами.

9. Технологические свойства полимерных материалов. Прогнозирование свойств изделий из полимеров на основе результатов испытаний полимеров.

10. Влияние способов производства полимеров на их строение и состав. Основные технически важные полимеры и полимерные материалы: эластомеры (каучуки), пластические массы, искусственные и синтетические волокна, пленки, лакокрасочные материалы и покрытия, Их применение в различных отраслях народного хозяйства.

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

11. Понятие о полимерных композитах. Ингредиенты полимерных композиций, их роль в формировании свойств полимерных материалов.

12. Отверждение и вулканизация, как процесс формирования сетчатых

полимеров. 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. Классификация противостарителей. Термо- и светостабилизация.

13. Наполнение и наполнители. Классификация наполнителей. Красящие вещества. Специальные ингредиенты: модификаторы, порообразующие, антифрикционные, абразивы, антипирены и др. и их назначение.

14. Пластификаторы. Влияние пластификаторов на свойства полимеров. Требования к пластификаторам. Классификация пластификаторов.

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

16. Принципы составления рецептуры пластмасс, резин, пленок, покрытий и др. полимерных материалов. Многообразие требований, предъявляемых полимерным материалам различного назначения.

17. Конструкционные, теплостойкие, паростойкие, ударопрочные, теплоизолирующие, морозостойкие, бензомаслостойкие, огнестойкие, пористые (губчатые), твердые, рентгенозащитные, электропроводящие, магнитные, антифрикционные и др. материалы. Полимеры для изоляционных материалов.

### **Основные процессы переработки полимеров и композитов**

18. Особенности переработки эластомеров, пластмасс и стеклопластиков, лакокрасочных материалов, покрытий, пленок. Подготовительные стадии производств.

19. Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения. Теории процесса смешения и диспергирования, моделирование, математическое описание процесса.

20. Классификация методов переработки полимеров. Переработка в твердом, вязкотекучем состоянии, в растворе полимеров, водных дисперсиях, из олигомеров. Прессование порошкообразных, гранулированных, волокнистых и слоистых

материалов.

21. Экструзия. Особенности экструзии на одношнековых, двухшнековых, дисковых экструдерах. Экструзия пленочных изделий, листов, шлангов и труб, профильных изделий. Шприцевание эластомеров в машинах червячного типа.

22. Формование полимерных композиций. Назначение процесса формования. Виды формования. Причины возникновения анизотропии свойств и усадки заготовок. Аппаратурное оформление, пути интенсификации. Технология изготовления изделий пневмоформованием, вакуумформованием, механопневмоформованием, штамповкой. Технология изготовления изделий литьем под давлением.

23. Процесс каландрования. Режим каландрования. Типы каландров в зависимости от назначения. Поточные высокопроизводительные автоматические линии промазки и накладки полимерной смеси на ткань.

24. Технология получения пленочных материалов поливом из раствора.

25. Технология изготовления изделий из армированных пластмасс (стеклопластиков).

26. Изготовление труб, емкостей намоткой. Окрашивание, печатание, тиснение.

### **Основная литература:**

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер; Под ред. Аскадского А.А. – 4-е изд.; перераб.и доп. – М.: Научный мир, 2007. – 576с.

2. Киреев, В. В. Высокмолекулярные соединения: учебник: в 2 ч. Ч. 1. / В.В. Киреев. – Москва: Юрайт, 2016. – 365 с.

3. Киреев, В. В. Высокмолекулярные соединения: учебник: в 2 ч. Ч. 2. / В.В. Киреев. – Москва: Юрайт, 2016. – 243 с.

4. Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Химическая технология» / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. – Изд. 3-е, испр. – СанктПетербург: Лань, 2014. – 367 с.

5. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие /

Ю.Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 222 с.

6. Кербер М.Л., Буканов А.М., Вольфсон С.И., Горбунова И.Ю., Кандырин Л.Б., Сирота А.Г., Шерышев М.А. Ф50. Физические и химические процессы при переработке полимеров. — СПб: Научные основы и технологии, 2013. — 314 стр., ил. ISBN 978-5- 91703-032-6

7. Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров.-СПб: Лань, 2010.-618с.

8. Шевченко, А. А. Физикохимия и механика композиционных материалов / А.А. Шевченко. – Санкт-Петербург: Профессия, 2010. – 224 с.- ISBN 978- 5-91884-003-0.

9. 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» ; СанктПетербург: Профессия, 2011. - 717 с. - ISBN 978-5- 91884-033-7.

#### **Дополнительная литература:**

1. Осошник, И.А. Производство резиновых технических изделий / И.А. Осошник, Ю.Ф. Шутилин, О.В. Карманова. –Воронеж, 2007. –972 с.

2. Оборудование производств синтетического каучука: учебное пособие / А.М. Кочнев, Л.А. Зенитова, Д.Н. Аверьянов, С.С. Галибеев - Казань: КГТУ, 2010. - 276 с.

3. Петухова, Л.В. Всеобщее управление качеством: учебное пособие / Л.В. Петухова, С.М. Горюнова, С.Г. Смердова; -Казань : КГТУ, 2010. -89 с.

4. Кабанов,В.А.Энциклопедия полимеров[Текст] /В.А. Каргин и др. –М.: Энциклопедия, 2012. –Т.2 –1032 с.

5. Гришин, Б.С. Растворимость и диффузия низкомолекулярных веществ в каучуках и эластомерных композитах: монография / Б.С. Гришин - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. -144 с.

6. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов: учебн. для студентов вузов / М: Химия. 2009. - 345с.

7. Скопинцев, И.В. Производство тары и упаковки из полимерных

материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Скопинцев. Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. –112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107277>.

8. Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. –208 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99211>.

9. Сутягин, В.М. Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. –140 с. –Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99212>.

10. Сутягин, В.М. Основы проектирования и оборудование производств полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков, В.Г. Бондалетов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. –464 с. –Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99213>.

11. Бакеев, Н.Ф. Роль поверхностных явлений в структурномеханической поведении твердых полимеров / Н.Ф. Бакеев, А.Л. Волынский. -Москва: Издательство Физматлит, 2014. - 533 с.