

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Программа вступительных испытаний в магистратуру  
по направлению**

**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

*Магистерская программа*

*«Физикохимия и технология наноматериалов»*

Москва 2022

*Разработчики программы:*

- заведующий кафедрой наноматериалов и нанотехнологии, *член-корр. РАН, д.х.н., проф. Е.В. Юртов,*

- профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологии, *д.х.н., проф. Королёва М.Ю.*

- доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологии, *к.х.н., доц. Мурашова Н.М.*

## 1. Введение

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», магистерская программа «Физикохимия и технология наноматериалов».

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 г. № 301.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников технологических и технических вузов, получивших диплом бакалавра, диплом специалиста с высшим образованием или диплом магистра, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева:

1. «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Материаловедение», относящихся к блоку математических и естественнонаучных дисциплин.
2. «Физико-химия наноструктурированных материалов», «Газофазные процессы получения наноматериалов», «Синтез наночастиц и наноматериалов в жидких средах», «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов», относящихся к вариативной части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем».

Программа включает содержание программы, перечень вопросов к вступительным испытаниям по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», магистерская программа «Физикохимия и технология наноматериалов», и перечень рекомендуемой литературы.

## 2. Содержание программы

### 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», магистерская программа «Физикохимия и технология наноматериалов»

- 1. Основные понятия о материалах и наноматериалах.** Понятия материал, наноматериал, нанообъект, наноструктура, нанотехнология. Основные виды материалов. История развития науки о наноструктурах и наноматериалах. Современное состояние и перспективы развития нанотехнологии на современном этапе.
- 2. Размерный эффект.** Причины особых свойств нанообъектов и наноструктурированных систем. Зависимость свойств от размера частиц (размерный эффект). Влияние размерного фактора на свойства наноматериалов.
- 3. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов.** Особенности термодинамики нанообъектов. Влияние кривизны поверхности на термодинамические функции и межфазные равновесия.
- 4. Устойчивость нанообъектов.** Равновесные и неравновесные нанообъекты и наноструктуры. Кинетика процессов в наносистемах. Агрегация, Изотермическая перегонка (Оствальдово созревание). Зернограничная диффузия. Стабилизация нанообъектов.
- 5. Композиционные материалы.** Дисперсно-упроченные, волокнистые, слоистые композиционные материалы. Композиционные материалы на металлической, полимерной, керамической основе. Углерод-углеродные композиционные материалы.
- 6. Композиционные наноматериалы.** Основные типы композиционных наноматериалов. Характеристики матриц и наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов. Полимерные нанокомпозиты.
- 7. Основные типы наноструктур в электронике.** Полупроводниковые наноструктуры: квантовые ямы, нити и точки. Гетероструктуры. Сверхрешетки. Квантовый лазер.
- 8. Наноразмерные порошки неорганических и органических соединений.** Классификация порошков. Физико-химические основы получения и применения нанопорошков. Консолидированные наноматериалы.
- 9. Углеродные наноматериалы.** Физические и химические свойства углеродных наноматериалов. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нановолокна, наноалмазы, графен. Области применения углеродных наноматериалов.

- 10. Пористые наноматериалы, мембраны.** Номенклатура размеров пор. Физические и химические свойства нанопористых тел, молекулярных сит. Классификация мембран. Трековые мембраны. Области применения мембран.
- 11. Наноструктуры в жидкостях.** Мицеллы, микроэмульсии, лиотропные жидкие кристаллы. Золи. Магнитные жидкости. Пленки Ленгмюра.
- 12. Супрамолекулярная химия.** Молекулярное распознавание, информация, комплементарность. Супрамолекулярные ансамбли. Молекулярные и супрамолекулярные устройства. Молекулярные машины.
- 13. Сканирующая электронная микроскопия в исследовании наноматериалов.** Принцип действия растрового электронного микроскопа. Возможности метода. Требования к объектам исследования.
- 14. Просвечивающая электронная микроскопия в исследовании наноматериалов.** Принцип действия просвечивающего электронного микроскопа. Возможности метода. Требования к объектам исследования.
- 15. Туннельная и атомно-силовая зондовая микроскопия.** Основные физические принципы сканирующей зондовой микроскопии. Туннельная и атомно-силовая зондовая микроскопия. Основные элементы сканирующего зондового микроскопа. Возможности методов.
- 16. Физические методы получения наночастиц.** Возгонка-десублимация. Лазерная абляция. Диспергирование в электродуговом разряде. Механическое, ультразвуковое и детонационное измельчение.
- 17. Физические методы получения массивных наноструктурированных материалов.** Метод Глейтера. Интенсивная пластическая деформация. Образование наноструктур при кристаллизации аморфных материалов.
- 18. Физические методы получения пленок и покрытий.** Напыление (термическое, электронно-лучевое, магнетронное). Понятие об эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Литография и нанолитография.
- 19. Химические методы получения наночастиц в газовой фазе.** Реакции термического разложения. Реакции типа газ – твердое тело. Реакции химического осаждения из газовой фазы и их разновидности.
- 20. Химические методы получения пленок и покрытий.** Химическое осаждение металлоорганических соединений из газовой фазы.
- 21. Химические методы получения нанонитей и нанотрубок.** Формирование углеродных и неуглеродных нанотрубок. Каталитический пиролиз углеводородов. Химическое модифицирование нанотрубок.
- 22. Основы процесса кристаллизации в жидких средах.** Стадии процесса кристаллизации - образование центров нуклеации, рост наночастиц. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Влияние различных

параметров системы на скорость зародышеобразования и кинетику роста нанокристаллов.

**23. Синтез наночастиц методами осаждения.** Получение наночастиц золота - метод Туркевича и метод Браста-Шифрина. Синтез наночастиц серебра, платины, палладия и других благородных металлов. Стабилизация синтезированных наночастиц в растворах - электростатическая, адсорбционная, хемосорбционная. Получение наночастиц несферической формы. Применение методов осаждения для синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур.

**3. Вопросы к вступительным испытаниям в магистратуру  
по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии  
материалов», магистерская программа «Физикохимия и технология  
наноматериалов»**

1. Классификация материалов. Основные методы получения материалов. Наноматериалы.
2. Композиционный материал. Структура композита. Классификация композиционных материалов по типу матрицы.
3. Композиты и сплавы: сходства и различия. Классификация композиционных материалов по типу армирования.
4. Анизотропные и изотропные композиционные материалы. Основы повышения физико-механических характеристик композиционных материалов.
5. Методы получения полимерных композиционных материалов. Механизмы действия замедлителей горения (антипиренов).
6. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов. Размерный эффект, примеры проявления размерного эффекта.
7. Устойчивость нанообъектов. Процессы агрегации, флокуляции, коалесценции. Стабилизация нанообъектов.
8. Наноматериалы в электронике. Полупроводниковые структуры (гетероструктуры). Квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы.
9. Наноразмерные порошки неорганических и органических веществ.
10. Углеродные наноматериалы - фуллерены, углеродные нанотрубки, графен, nanoалмазы.
11. Пористые наноматериалы, мембраны.
12. Мицеллы, микроэмульсии, лиотропные жидкие кристаллы, пленки Ленгмюра-Блоджетт.
13. Супрамолекулярные ансамбли. Молекулярные и супрамолекулярные устройства. Молекулярные машины.
14. Сканирующая электронная микроскопия в исследовании наноматериалов.
15. Просвечивающая электронная микроскопия в исследовании наноматериалов.
16. Туннельная и атомно-силовая зондовая микроскопия.
17. Физические методы получения наночастиц.
18. Физические методы получения массивных наноструктурированных материалов.

19. Физические методы получения наноструктурированных пленок и покрытий.
20. Химические методы получения наночастиц в газовой фазе.
21. Химические методы получения наноструктурированных пленок и покрытий.
22. Химические методы получения нанонитей и нанотрубок.
23. Кристаллизация в жидких средах. Критический зародыш.
24. Синтез наночастиц методами осаждения.

#### 4. Рекомендуемая литература

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Дж. Уайтсайдс, Д. Эйглер, Р. Андерс и др. / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. - 292 с.
2. Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М: Техносфера, 2004. - 384 с.
3. Наноматериалы и наноструктуры: учебно-методический комплекс: в 2 т.: Т. 1. / Е.В. Юртов, М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 148 с.
4. Наноматериалы и наноструктуры: учебно-методический комплекс: в 2 т.: Т. 2. / Е.В. Юртов, М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 112 с.
5. Сканирующая зондовая микроскопия для исследования свойств наноматериалов: учебно-методический комплекс / Е.В. Юртов, А.А. Серцова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 148 с.
6. Процессы получения наночастиц и наноматериалов: учебно-методический комплекс / Е.В. Юртов, М.Ю. Королёва – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 152 с.
7. Функциональные нанокпозиционные материалы и покрытия: учебно-методический комплекс / Е.В. Юртов, М.Ю. Королёва – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 128 с.
8. Глезер А.М., Левашов Е.А., Королева М.Ю. Конструкционные наноматериалы: Учебно-методический комплекс дисциплины - Москва: МИСиС, 2011. - 176 с.
9. Суздальев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига. 2006. - 589 с.
10. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера. 2003. – 336 с.
11. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 192 с.

12. Дьячков П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 – 488 с.
13. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. М.: Университетская книга, Логос. 2006. - 376 с.
14. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. – М.: Химия. 2000 – 672 с.
15. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы. Пер. с англ. - Новосибирск: Наука, Сиб. Предприятие РАН, 1998. - 334 с.
16. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит. 2005. - 416 с.
17. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. - 309 с.
18. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 328 с.
19. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры: Пер. с англ. / Под ред. Ж.И. Алферова, Ю.В. Шмарцева. М.: Мир, 1989. - 582 с.
20. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов/ Ю.Р. Колобов, Р.З. Валиев, Г.П. Грабовецкая и др. – Новосибирск: Наука, 2001.- 232 с.
21. Русанов А.И. Лекции по термодинамике поверхностей: Учебное пособие. - СПб.: «Лань», 2013. - 240 с.
22. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов - М.: Наука, 2007. - 169 с.
23. Справочник по технологии наночастиц. Пер. с англ. колл. переводчиков; науч. ред. А.Б. Ярославцев, С.Н. Максимовский. М.: Научный мир, 2013. - 730 с.