

Утверждено на заседании  
Научно-методического совета  
КазНУ им. аль-Фараби  
Протокол № 6 от 22 июня 2020  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ А.К. Хикметов

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРОГРАММЕ «8D07112 – НАНОМАТЕРИАЛЫ И  
НАНОТЕХНОЛОГИИ»  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD**

Программа составлена в соответствии с Государственным общеобразовательным стандартом по специальности «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физики плазмы, нанотехнологии и компьютерной физики

Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2020 г.

Зав. кафедрой КФПН и КФ \_\_\_\_\_ Коданова С.К.

Одобрено на заседании методбюро факультета

Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель методбюро \_\_\_\_\_ Габдуллина А.Т.

Утверждено на Ученом Совете факультета

Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 2020 г.

Председатель Ученого совета,  
декан факультета \_\_\_\_\_ Давлетов А.Е.

Ученый секретарь \_\_\_\_\_ Исанова М.К.

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. Цели и задачи вступительного экзамена по ОП «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии»

Вступительный экзамен предназначен для определения практической и теоретической подготовленности магистра и проводится с целью определения соответствия знаний, умений и навыков магистрантов требованиям обучения в докторантуре по направлению подготовки.

### 2. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих в докторантуру PhD

Предшествующий минимальный уровень образования лиц, желающих освоить образовательные программы докторантуры по ОП «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии»

Требования к поступающим:

*иметь представление:*

- о новейших достижениях науки и техники в области нанотехнологий;
- о состоянии науки и управления образованием за рубежом;
- о современных педагогических технологиях;
- о современных методах, применяемых в нанотехнологиях.

*знать:*

- практику и организационные подходы к научной работе в реальных исследовательских лабораториях в казахстане и за рубежом, основные тенденции и перспективы развития научно-исследовательских и опытно-конструкторных разработок в казахстане и в мире по теме исследования;

- современные экспериментальные, теоретические и численные методы исследования физических явлений и процессов;

- основы юридической базы охраны интеллектуальной собственности, защиты приоритета и новизны результатов исследований;

- один из иностранных языков;

- основы педагогической и учебно-методической работы в высшей школе.

*уметь:*

- использовать возможности современных теоретических и экспериментальных подходов для решения передовых задач нанотехнологий и смежных областей;

- профессионально интерпретировать данные научно-исследовательской работы на уровне эксперта в сфере профессиональной деятельности;

- использовать компьютерную технику для решения профессиональных задач, творчески реализовать сложные алгоритмы решения комплексных профессиональных задач по теме научных исследований;

- формулировать и решать задачи, возникшие в ходе научной деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний;

- применять на практике аппаратно-методическое обеспечение чистоты и микроклимата в индустрии наносистем;

- заниматься руководством студенческих курсовых и дипломных работ.

*иметь навыки:*

- владение методами получения, диагностики и анализа наносистем и наноматериалов на уровне эксперта;

- работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками;

- проведение технических расчетов и определения экономической эффективности научных исследований и разработок;

- работы с методическими, нормативными и руководящими материалами, касающимися выполняемой работы, правил и условий выполнения работ;

- использование методов оптимальной организации труда научно-исследовательский коллективов при исследовании, обработке и изготовлении стандартных образцов и устройств, отвечающих требованиям стандартов и рынка;
- организация научных исследований, планирования и проведения исследований, а также правильного оформления результатов;
- умение проводить все виды занятий в высшей школе (лекции, практические и лабораторные занятия);
- иметь навыки проведения контроля химического состава и геометрии нанообъектов.

*быть компетентным:*

- в современных достижениях науки и техники, передовом отечественном и зарубежном опыте в соответствующей области знаний;
- в вопросах о состоянии науки и управления образованием зарубежом;
- в вопросах технической и экологической безопасности, защиты жизнедеятельности человека, правовых норм и экономических проблем;
- в организации производства, труда и управления;
- в применении основ трудового законодательства;
- в правилах экологической безопасности и норм охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты;
- в вопросах внедрения системы менеджмента качества в научно-исследовательских, образовательных, проектно-конструкторских и производственных учреждениях;
- о состоянии науки и управления образованием зарубежом.

### **3. Пререквизиты образовательной программы**

1. Введение в нанотехнологию – 3 кр.
2. Фундаментальные основы нанотехнологии – 2 кр.
3. Физические основы микроэлектроники – 3 кр.

### **4. Перечень экзаменационных тем**

#### **Дисциплина «Введение в нанотехнологию»**

- 1 Развитие нанотехнологий. Приоритетные направления нанотехнологии.
- 2 Разновидности наноматериалов: консолидированные наноматериалы, нанополупроводники, нанополимеры, нанобиоматериалы, фуллерены и тубулярные наноструктуры, катализаторы, нанопористые материалы и супрамолекулярные структуры.
- 3 Квантовые ямы, проволоки и точки. Наночастицы (нанопорошки).
- 4 Создание нанообъектов по принципам «сверху – вниз» и «снизу – вверх».
- 5 Наноструктурирование под действием давления со сдвигом.
- 6 Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур.
- 7 Компактирование (консолидация) нанокластеров. Порошковые технологии для создания наноматериалов.
- 8 Создание наноматериалов: конденсационный метод (метод Глейтера), высокоэнергетическое измельчение.
- 9 Создание наноматериалов: механохимический синтез, плазмохимический синтез.
- 10 Создание наноматериалов: синтез в условиях ультразвукового воздействия.
- 11 Создание наноматериалов: электрический взрыв проволочек, Методы консолидации, электроразрядное спекание.
- 12 Создание наноматериалов: интенсивная пластическая деформация (кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование).

13 Создание наноматериалов: контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.

14 Технология наноструктурированных пленок и покрытий: термическое испарение, ионное осаждение, осаждение из газовой фазы, импульсное электроосаждение, газотермическое напыление, термическое разложение.

15 Основы нанотехнологии полупроводниковых материалов. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Технология получения полупроводниковых квантовых точек.

16 Механизмы роста нанопленок по Фольмеру-Веберу, Франку-Ван дер Мерве, Крастанову-Странскому.

17 Методы CVD и PCVD.

18 Основы технологии полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов. Гибридные и супрамолекулярные материалы.

19 Основные методы создания наноструктур: электронолитография и наноимпринтинг, локальная эпитаксия и эпитаксия поверхностно напряженных структур, самоформирование и синтез в матрицах (темплатный синтез), зондовые методы литографии.

20 Метод локального зондового окисления. Физико-химические основы метода локального зондового окисления.

#### **Дисциплина «Фундаментальные основы нанотехнологии»**

1. Понятие о волновой функции и об её физическом смысле. Понятие об операторах в квантовой механике

2. Понятие о дельта-функции Дирака и ее свойствах

3. Стационарное движение в квантовой механике

4. Движение в прямоугольной потенциальной яме

5. Соотношение неопределенностей для физических величин

6. Уравнение непрерывности в квантовой механике.

7. Уравнения Шредингера для свободного движения. Одномерный случай.

8. Прямоугольная одномерная потенциальная яма бесконечной глубины

9. Механизмы роста нанопленок по Фольмеру-Веберу, Франку-Ван дер Мерве, Крастанову-Странскому.

10. Методы CVD и PCVD.

11. Основы технологии полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов. Гибридные и супрамолекулярные материалы.

12. Основные методы создания наноструктур: электронолитография и наноимпринтинг, локальная эпитаксия и эпитаксия поверхностно напряженных структур, самоформирование и синтез в матрицах (темплатный синтез), зондовые методы литографии.

13. Метод локального зондового окисления. Физико-химические основы метода локального зондового окисления.

14. Процессы на электродах газоразрядных установок Работа выхода электронов из твердого тела (электрода). Эмиссия электронов с поверхности твердых тел (автоэлектронная, термоавтоэлектронная). Взрывная эмиссия. Вторичная эмиссия. Взаимодействие частиц с поверхностью твердых тел. Катодное распыление частиц с поверхности твердого тела.

15. Дрейф заряженных частиц. Электрическое поле. Гравитационное поле. Неоднородное магнитное поле.

#### **Дисциплина «Основы нанотехнологии в материаловедении»**

1 Нанокompозитные материалы. Многослойные наноструктуры.

2 Морфология наноматериалов. Объемная доля и состояние пределов.

3 Классификация нанокристаллических материалов.

- 4 Наночастицы и методы их получения.
- 5 Наносистемы на основе твердоточных кластеров.
- 6 Коллоидные наносистемы.
- 7 Виды углеродных наноструктур
- 8 Свойства углеродных наноструктур
- 9 Методы получения углеродных наноструктур.
- 10 Порошковая металлургия.
- 11 Получение нанокристаллических материалов.
- 12 Физические свойства нанокристаллических материалов.
- 13 Механические свойства нанокристаллических материалов.
- 14 Наноструктурированные магнитные материалы.
- 15 Применение наноматериалов в качестве функционального материала.

## **5. Список рекомендуемой литературы**

### **«Введение в нанотехнологию»**

#### **Основная литература:**

1. Кобояси Н. Введение в нанотехнологию. М.: БИНОМ. 2005, -134 с.
2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. М.: Машиностроение. 2007, -496 с.
3. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006, -592 с. (Синергетика: от прошлого к будущему).
4. Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии, (Мир материалов и технологий). М.: Техносфера, 2006, -336 с.
5. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: «Академия», 2005, -192 с.
6. Миронов В. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: «Техносфера», 2005, 144 с.
7. Сб. под ред. Мальцева П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мир материалов и технологий. М.: Техносфера, 2006, -152 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике, (Мир электроники). М.: Техносфера, 2006, -160 с.
2. Сборник под ред. Мальцева П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника, (Мир материалов и технологий. Мировые достижения за 2005 год). М.: Техносфера, 2006, -152 с.
3. Под ред. Чаплыгина Ю.А. Нанотехнологии в электронике. М.: Техносфера, 2005, -448с.
4. Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепция и современные проблемы // Российский химический журнал. - 2002. - Т. 46. - № 5. - С. 50-56.
5. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М. Роко, Р.С. Вильямса, П. Аливисатоса; Пер. С англ. под ред. Р.А. Андриевского. -М.: Мир, 2002. - 292 с.
6. Фейнман Р. Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики // Химия и жизнь. 2002. № 12. - С. 20-26.
7. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / Пер. с англ. под ред. Л.А.Чернозатонского. М.: Техносфера, 2003. - 336 с.

### **«Фундаментальные основы нанотехнологии»**

#### **Основная:**

1. Стояновский А.В. Введение в математические принципы квантовой теории Москва 2007 г., 230 с.
2. Соколов А., Иваненко Д. Квантовая теория. М. 1952, 780 стр.
3. Валантэн Л. и др. Субатомная физика: ядра и частицы, том 1 и 2,

4. «Мир», М., 1986, 272 стр. в 1 томе и 330 стр. во втором.
5. Буркова Н.А., Жаксыбекова К.А., Жусупов М.А. Введение в теорию атомного ядра. Алматы, КазНУ, 2008, 252 стр.

#### **Дополнительная:**

1. Фраунфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика. «Мир», М. 1979, 736 с.
2. Юшков А.В., Канашевич В.И., Жусупов М.А. Ядерная физика. Понятийный аппарат. Алматы, КазНУ, 2002 г., 151 стр.
3. Жусупов М.А., Юшков А.В. Физика атомных ядер, том 3, Алматы 2007, 735 с.
4. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М., 1971, задачи №№ 4.1 - 4.32; 4.34 - 4.40, 4.48, 4.49, 4.51- 4.61; 4.65, 4.68, 4.71, 4.72, 4.76, 4.77.
5. Гречко Л.Г. и др. Сборник задач по теоретической физике. М., 1972, задачи №№ 9 - 37; 47, 48, 50, 54, 56; 78, 79; 102 - 108; 109, 110, 113, 119 - 122.
6. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. М., 1981, задачи №№ 1.3 - 1.10, 1.14; 1.19 - 1.21, 2.1 - 2.9, 2.19, 2.51, 2.52; 2.45; 3.10 - 3.14, 3.20, 3.22 - 3.24, 3.26, 3.34, 3.37, 3.39, 3.47, 3.52 - 3.56; 4.4, 4.14; 2.26, 2.27, 2.31; 10.1, 10.5, 10.9, 11.6, 11.8, 11.37.

#### **Учебно-методические пособия и разработки**

1. Жусупов М.А., Ибраева Е.Т. Уравнение Шредингера и его простейшие применения. Алма-Ата, КазГУ, 1985
2. Жусупов М.А., Ибраева Е.Т., Васильев А.Б. Введение в математический аппарат квантовой механики. Алма-Ата, КазГУ, 1986
3. Жусупов М.А. Системы тождественных частиц в квантовой механике. Алма-Ата, КазГУ, 1986

#### **« Основы нанотехнологии в материаловедении»**

##### **Основная**

1. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006, -592 с. (Синергетика: от прошлого к будущему).
2. Пул-мл. Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии, (Мир материалов и технологий). М.: Техносфера, 2006, -336 с.
3. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: «Академия», 2005, -192 с.
4. Миронов В. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: «Техносфера», 2005, 144 с.
5. Сб. под ред. Мальцева П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мир материалов и технологий. М.: Техносфера, 2006, -152 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике, (Мир электроники). М.: Техносфера, 2006, -160 с.
2. Сборник под ред. Мальцева П.П. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника, (Мир материалов и технологий. Мировые достижения за 2005 год). М.: Техносфера, 2006, -152 с.
3. Андриевский Р.А. Наноматериалы: концепция и современные проблемы // Российский химический журнал. - 2002. - Т. 46. - № 5. - С. 50-56.
4. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М. Роко, Р.С. Вильямса, П. Аливисатоса; Пер. с англ. под ред. Р.А. Андриевского. -М.: Мир, 2002. - 292 с.
5. Фейнман Р. Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики // Химия и жизнь. 2002. № 12. - С. 20-26.
6. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / Пер. с англ. под ред. Л.А.Чернозатонского. М.: Техносфера, 2003. - 336 с.

**6. Шкала оценки результатов экзамена по специальности «8D07112 – наноматериалы и нанотехнологии»**

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	% -ное содержание	Оценка по традиционной системе	Компетентностная шкала
А	4,0	95-100	Отлично	<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Владеет методами исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов в них и в технологиях получения.</li> <li>2) Владеет навыками обработки и модификации материалов, использования их в исследованиях и расчетах;</li> <li>3) Умеет применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе нанотехнологии изготовления современных приборов электроники; основные методы получения наночастиц и наноструктур.</li> <li>4) владеет основами менеджмента владеет навыками анализа первичных экспериментальных данных исследования структуры и физико-химических свойств наночастиц и нанообъектов с использованием основных методов.</li> </ol>
А-	3,67	90-94		<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Владеет навыками использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания;</li> </ol>



				<p>2) владеет навыками использования технических средств измерения и контроля основных параметров технологических процессов, свойств материалов и изделий из них.</p> <p>3) Знает основные технологии получения полупроводниковых наноструктурированных материалов. Виды и классификации наноструктурированных материалов.</p> <p>4) Владеет информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий;</p>
B+	3,33	85-89	Хорошо	<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <p>1) Имеет знания и понимание формирования наноструктурированных материалов, материалов на основе наноструктурных элементов, материалов электроники для нанотехнологий.</p> <p>2) Владеет теорией зародышеобразования. Владеет классификацией наноструктурированных материалов и методами их получения.</p> <p>3) Умеет классифицировать наноматериалы по их назначению и свойствам; умеет диагностировать и тестировать структуру и свойства производимых наноматериалов; знает классификацию наноматериалов по степени их воздействия на окружающую среду, включая вопросы безопасности при их производстве.</p> <p>4) Владеет физическими методами модифицирования и получения наноматериалов; знает принципы физических методов получения</p>

			нанокристаллических материалов, пленок, покрытий, нанокомпозитов и нанопористых материалов, их преимущества и ограничения.
В	3,0	80-84	<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <p>1) Владеет методом химического осаждения; знает основы теории роста нанокристаллов и роль процессов оствальдова созревания и агрегации нанокристаллов в процессах синтеза наночастиц в жидких средах.</p> <p>2) Обладает теоретическими знаниями о физических причинах так называемых размерных эффектов, которые проявляются в самых различных свойствах наноструктур.</p> <p>3) Знает принципиальные различия в свойствах различных материалов и веществ при переходе от обычных к нанометровым размерам.</p> <p>4) Имеет представление о современных методах исследования и получения наноструктур;</p>
В-	2,67	75-79	<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <p>1) Обладает знаниями о практическом использовании нанотехнологий.</p> <p>2) Владеет технологией научного исследования; Знает основные этапы научного исследования и их содержание;</p> <p>3) Умеет осуществлять научные исследования в профессионально – педагогической деятельности; Знает теоретическую базу нанотехнологии; Знает терминологию нанотехнологии;</p> <p>4) Умеет выбирать нужный экспериментальный метод для</p>

				получения той или иной информации о свойствах наноструктур.
--	--	--	--	---