

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ**

Утвержден на заседании  
академического комитета (НМС)  
КазНУ им. аль-Фараби  
проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ А. К. Хикметов  
протокол №6 от «22» июня 2020 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD ПО  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
«8D07110-МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ НОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ»**

**АЛМАТЫ 2020**

Программа составлена в соответствии с Государственным общеобразовательным стандартом по специальности «8D07110 - Материаловедение и технология новых материалов».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физики твердого тела и нелинейной физики  
Протокол № от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2020 г.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ М.К. Ибраимов

Одобрено на заседании методбюро физико-технического факультета  
Протокол № от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2020 г.

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

Утверждена на заседании Ученого совета  
Протокол № от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_2020 г.

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

Ученый секретарь \_\_\_\_\_ Р.У. Машеева

## СОДЕРЖАНИЕ

### **1. Цели и задачи вступительного экзамена по специальности «8D07110-Материаловедение и технология новых материалов»**

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.

«Форма вступительного экзамена – комбинированный письменно-устный экзамен. Экзаменуемые записывают свои ответы на вопросы экзаменационного билета на листах ответов, отвечают экзаменационной комиссии устно. В случае апелляции основанием для рассмотрения являются письменные записи в листе ответов».

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

Предшествующий минимальный уровень образования лиц, желающих освоить образовательные программы докторантуры по специальности «8D07110-Материаловедение и технология новых материалов» - ДОКТОРАНТУРА

Требования к поступающим:

*иметь представление:*

- о физической природе образования веществ, закономерностях формирования фазового состава, структуры и свойств материалов в зависимости от их химического состава, способов получения и обработки;

*знать:*

- основные закономерности взаимосвязи между фазовым составом, структурой и свойствами материалов; теоретические основы технологических процессов производства и обработки материалов и готовых изделий из них; устройство и работу научных и технологических приборов и оборудования;

*уметь:*

- применять на практике методы исследования структуры и свойств материалов; разработать технологии получения и обработки новых материалов;

*иметь:*

- навыки математической обработки результатов научных исследований, составления научной и технологической документации;

*быть компетентным:*

- в вопросах технической и экологической безопасности, защиты жизнедеятельности человека, правовых норм и экономических проблем.

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

1. Современное материаловедение
2. Основы нанотехнологии в материаловедении
3. Перспективные функциональные материалы

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

#### **Дисциплина «Современное материаловедение»**

1. *Введение в современное инженерное материаловедение.* Цели и задачи материаловедения. Классификация материалов, сведения об объектах и методах изучения тепловых, электрических, магнитных и оптических свойств. Краткий обзор развития современных представлений о материалах, основные этапы развития материаловедения, роль и место современного материаловедения среди других наук.

2. *Аморфные материалы.* Общие сведения об аморфных материалах. Методы получения аморфных материалов.

*Диэлектрические материалы.* Основные типы диэлектриков. Электропроводность диэлектриков.

*Строение вещества.* Ионная, ковалентная, металлическая и молекулярная связь в материалах. Основные типы кристаллических решёток. Методы исследования структуры.

3. *Структура материалов.* Понятия: компонент, фаза, структурная составляющая. Микро- и макроанализ. Понятие о физических методах исследования материалов.

4. *Дефекты структуры.* Дефекты кристаллического строения. Виды дефектов, их классификация, влияние на свойства. Точечные дефекты. Виды точечных дефектов, миграция точечных дефектов как основной механизм диффузии. Линейные дефекты. Основные типы дислокаций. Вектор Бюргерса. Поверхностные дефекты. Строение границ зерен.

5. *Формирование структуры материалов при кристаллизации.* Термодинамические основы, механизм и кинетика кристаллизации металлов. Параметры кристаллизации: число центров кристаллизации, скорость роста центров. Зависимость параметров кристаллизации от степени переохлаждения (скорости охлаждения) и их влияние на размер зерен и свойства материалов. Фазы и структуры в металлических сплавах (твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы, смеси) и условия их образования.

6. *Диаграмма фазовых равновесий.* Термодинамические условия равновесия в двухкомпонентных сплавах. Зависимость энергии Гиббса от состояния сплава. Диаграммы фазового равновесия для случаев полной и неполной растворимости компонентов друг в друге, образования эвтектики при ограниченной растворимости компонентов, перитектической кристаллизации и наличия полиморфных превращений.

7. *Металлы.* Особенности атомно-кристаллического строения металлов. Понятие изотропии, анизотропии, аллотропии. Строение реальных металлов. Механизм кристаллизации металлов.

8. *Черные металлы.* Чугун: свойства и назначение чугунов, классификация чугунов. Стали: классификация сталей по назначению, качеству, структуре. Двойные фазовые диаграммы. Конструкционные стали. Жаропрочные стали. Стали перлитного, мартенситного и мартенситно-ферритного классов.

9. *Сплавы металлов.* Инструментальные стали и сплавы. Цветные металлы и сплавы: Алюминий и его сплавы; медь и ее сплавы. Области применения металлов.

10. *Керамика:* Получение и состав керамических материалов, их преимущества и недостатки. Способы борьбы с хрупкостью. Области использования керамических материалов.

11. *Стекла:* Неорганические стекла, их виды и термическая обработка, области применения. Органические стекла, их преимущества и недостатки. Области использования.

12. *Полимеры.* Классификация полимерных материалов. Термопластичные полимеры, их физическое состояние в зависимости от температуры. Общая характеристика, их разновидности и свойства, области применения. Влияние внешних факторов (температуры, среды и т.д.) на характеристики термопластичных полимеров. Термореактивные полимеры, их характеристики. Пластмассы, их составы, свойства. Наполнители, ингибиторы в пластмассах. Их влияние на свойства пластмасс. Методы получения полимерных материалов.

13. *Полупроводники.* Общие сведения о полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Доноры и акцепторы. Основные электрофизические характеристики полупроводниковых материалов. Элементарные полупроводники и полупроводниковые химические соединения. Германий и кремний, их свойства и применение. Полупроводниковые структуры.

14. *Композиты*. Принципы получения композиционных материалов. Требования к матрицам и упрочнителям. Типы упрочнителей: дисперсные частицы, волокна, листовые упрочнители. Взаимодействие между матрицей и упрочнителями в композиционных материалах. Композиционные материалы с металлическими и полимерными матрицами. Их преимущества и недостатки. Методы получения основных видов композиционных материалов: стеклопластиков, углепластиков и других.

15. *Механические свойства*. Напряжения и деформация. Упругая деформация. Пластическая деформация. Свойства, определяемые при статическом растяжении. Ударная вязкость. Работа зарождения и распространения трещин. Свойства, определяемые при циклических нагрузках.

16. *Методы оценки механической прочности*. Методы определения твердости. Свойства, определяемые при динамических испытаниях. Влияние остаточных напряжений на свойства металлов и сплавов. Пути повышения прочности материалов.

17. *Электрические свойства*: теория проводимости; проводники, изоляторы, сверхпроводники.

18. *Оптические свойства*: Прозрачные и непрозрачные материалы. Цвет. Люминесценция. Оптические волокна и современные оптические устройства. Лазеры.

19. *Магнитные свойства*: Магнитные материалы. Общие сведения о ферромагнетиках. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы и требования, предъявляемые к ним. Пара и диамагнетики.

20. *Современные методы исследования материалов*. Оптическая микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия.

21. *Полупроводниковые приборы*: Светоизлучающие полупроводниковые диоды. Полупроводниковые лазеры.

22. *Технология получения наноматериалов*: Технологии получения нанокристаллических материалов и наносистем, особенности их структуры и свойств.

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

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 нанобъектов 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: электролитография 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 «Перспективные функциональные материалы»**

1. Общая характеристика и структурные методы исследования металлов
2. Атомно-кристаллическая структура металлов
3. Дефекты кристаллической решетки металлов
4. Материалы на основе высокомолекулярных соединений
5. Неметаллические неорганические материалы
6. Керамические материалы
7. Композиты
8. Классификация материалов по структурному признаку
9. Материалы с электрическими функциями
10. Материалы с магнитными функциями
11. Материалы с оптическими функциями
12. Материалы с биологическими функциями
13. Материалы с химическими функциями
14. Материалы с теплофизическими функциями

## 5. Список рекомендуемой литературы

Дисциплина «Современное материаловедение»

Основная литература:

1. Коробова Н.Е., Сарсембинов Ш.Ш. "Introduction to the material science" (Введение в материаловедение) / N. Korobova, Sh. Sarsembinov. – Алматы: Казак университеті, 2006. – 325с.

Дополнительная литература:

1. Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering, /Ed. R. E. Smallman, R J Bishop.- 1999.

2. Smallman R.E., Ngan A.H.W. «Physical Metallurgy and Advanced Materials», <http://www.twirpx.com/file/432338/>

3. <http://swiat-zaproszen.pl/materials-science&page=2>

4. Barrett C.R., Nix W.D., Tetelman A. S. "The principles of engineering materials", 1998.

Дисциплина «Основы нанотехнологий в материаловедении»

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. Суздальев 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.

8. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000, -672 с.

9. Сарсембинов Ш.Ш., Приходько О.Ю., Максимова С.Я. Физические основы модификации электронных свойств некристаллических полупроводников. Гл. X. Модификация электронных свойств пленок аморфного алмазоподобного углерода. Алматы: Казак университеті, 2005, -341 с.

«Перспективные функциональные материалы»

#### **Основная:**

1. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. // М.: Мир, 2008, Т.1.–558с., Т.2.–336с.
2. Третьяков Ю.Д., Метлин Ю.Г. Фундаментальные физико-химические принципы в неорганическом материаловедении. // ЖВХО, Т.36, №6, 1991, с.265.
3. Панич А.Е., Куприянов М.Ф. Физика и технология сегнетокерамики. // Ростов н/Д, изд-во Ростовского унив.-та, 2009.–180с.
4. Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. // М.: Мир, 2001.–527с.
5. Бикяшев Э.А. Учебное пособие: "Активные полярные диэлектрики" для студентов IV-го курса химического факультета ЮФУ (специальность: "Химия, физика и механика материалов"). // ИИК ЮФУ.
6. Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. Химические принципы получения металлоксидных сверхпроводников. // Успехи химии, 2000, Т.69, №1, С.3–40.
7. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия – основа новых материалов. // Химия и жизнь, 2007, №5, С. 15–17.

#### **Дополнительная:**

1. Романовский Б.В., Макшина Е.В. Нанокompозиты как функциональные материалы. // Соросовский образовательный журнал, 2004, Т.8, №2, С.50–55.
2. Укше Е.А., Букун Н.Г. Твердые электролиты. // М.: Наука, 1977.– 176с.



**6 Шкала оценки результатов экзамена по специальности докторантуры  
8D07110 - «Материаловедение и технология новых материалов»**

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе	Компетентностная шкала
A	4,0	95-100	Отлично	<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <p>1) владеет основами системы управления качеством продукции и готовность к внедрению этой системы.</p> <p>2) знает и умеет использовать основные категории и понятия общего и производственного менеджмента в профессиональной деятельности,</p> <p>3) владеет навыками анализа технологического процесса как объекта управления, проведения стоимостной оценки основных производственных ресурсов, обобщения и анализа информации по использованию ресурсов предприятия;</p> <p>4) владеет основами менеджмента высокотехнологичного инновационного бизнеса, в том числе малого, готовность применения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности по направлению «Материаловедение и технологии материалов».</p>
A-	3,67	90-94		<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <p>1) имеет навыки разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений, управления технологическими процессами, оценки рисков и определения мер по обеспечению экологической и технической безопасности разрабатываемых материалов, техники и технологий, умеет выбирать наиболее рациональные способы защиты и порядка в действиях малого коллектива в чрезвычайных ситуациях;</p> <p>2) умеет использовать технологические процессы и операции, с учетом их назначения и способов реализации, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации изделий и процессов, с учетом экономического анализа;</p> <p>3) знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения;</p> <p>4) имеет навыки самостоятельной разработки методов и средств автоматизации процессов производства, выборе оборудования и оснастки, методов и приемов организации труда, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство</p>

V+	3,33	85-89	Хорошо	<p>Данная оценка ставится в том случае, если докторант</p> <p>1) владеет навыками самостоятельного использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов, структуры и свойств материалов и изделий из них, планирования и реализации исследований и разработок;</p> <p>2) умеет использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.</p> <p>3) владеет умением и навыками самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов;</p> <p>4) умеет самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на механические, физические, поверхностные и другие материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками.</p>
V	3,0	80-84		Данная оценка ставится в том случае, если докторант
V-	2,67	75-79		Данная оценка ставится в том случае, если докторант
C+	2,33	70-74		<p>1) Знает и самостоятельно использует физические и химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов;</p> <p>2) владеет основными положениями и методами социальных, гуманитарных и экономических наук и применяет их при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики и экологии.</p> <p>3) владеет базовыми знаниями теоретических и прикладных наук и развивает их самостоятельно с использованием в профессиональной деятельности при анализе и моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов;</p> <p>4) умеет выдвигать и применять идеи, вносить оригинальный вклад в данную область науки, техники и технологии.</p>
	2,00	50-69	удовлетворительно	<p>Оценка «удовлетворительно» – твердое знание и понимание основных вопросов программы, правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений при наводящих вопросах экзаменаторов, при ответах на вопросы основная рекомендованная литература использована недостаточно.</p>

		0-50	неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» – неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы
--	--	------	---------------------	---