

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании Ученого совета  
НАО «КазНУ им. аль-Фараби».  
Протокол №11 от 11.06.2024 г.

**Программа вступительного экзамена  
для поступающих в докторантуру  
на группу образовательных программ  
D101 – «Материаловедение и технология новых материалов»**

**I. Общие положения**

1. Программа составлена в соответствии с Приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 600 «Об утверждении Типовых правил приема на обучение в организации образования, реализующие образовательные программы высшего и послевузовского образования» (далее – Типовые правила).

2. Вступительный экзамен в докторантуру состоит из собеседования, написания эссе и экзамена по профилю группы образовательных программ.

Блок	Баллы
1. Собеседование	30
2. Эссе	20
3. Экзамен по профилю группы образовательной программы	50
Всего/проходной	100/75

3. Продолжительность вступительного экзамена - 3 часа 10 минут, в течение которых поступающий пишет эссе, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза до вступительного экзамена.

**II. Порядок проведения вступительного экзамена**

1. Поступающие в докторантуру на группу образовательных программ D101 – «Материаловедение и технология новых материалов» пишут проблемное / тематическое эссе. Объем эссе – не менее 250 слов.

Цель эссе – определить уровень аналитических и творческих способностей, выраженных в умении выстраивать собственную аргументацию на основе теоретических знаний, социального и личного опыта.

Виды эссе:

- мотивационное эссе с раскрытием побудительных мотивов к исследовательской деятельности;
- научно-аналитическое эссе с обоснованием актуальности и методологии планируемого исследования;

- проблемное/тематическое эссе, отражающее различные аспекты научного знания в предметной области.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

Темы для подготовки к экзамену по профилю группы образовательной программы:

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

1. **«Ультрадисперсные или наноструктурные материалы. Области их применения. Нанопорошки, методы их синтеза».** Способ осаждения, гель-метод, способ восстановления и термического разложения. Физические методы получения порошков. Механические методы получения измельчением. Химические методы синтеза.

2. **«Объемные наноструктурные материалы, способы их получения. Контролируемая кристаллизация аморфных материалов. Компактирование ультрадисперсных порошков».** Интенсивная пластическая деформация материалов с обычным размером зерна. Нанопроволоки и нановолокна. Технологии получения, обработки и переработки металлических, керамических, алмазных материалов (на основе супертонких порошков, волокон и пленок). Технологии получения, обработки и переработки композиционных материалов и покрытий с наноструктурой (на основе супертонких порошков, волокон и пленок). Методы исследования структуры и свойств и управления ими.

3. **«Выращивание монокристаллов. Особенности дафектообразования в бездислокационных и малодислокационных монокристаллах. Влияние загрязняющих примесей».** Технология изготовления пластин. Формирование приборных структур. Выращивание эпитаксиальной структуры. Проблемы кремниевой оптоэлектроники. Тонкопленочные структуры на основе аморфного гидрированного кремния и родственных ему материалов. Фуллерены – материалы будущего.

4. **«Металлические композиционные материалы. Композиционные материалы с алюминиевой, магниевой, титановой матрицей. Композиционные материалы на основе несмешивающихся металлических компонентов. Системы на основе меди».** Слоистые композиционные материалы. Алюмостеклопластики (сиалы). Разработка термически стабильных композитов на основе тугоплавких металлов. Углерод-углеродные композиционные материалы. Армирующие каркасы. Матрицы УУКМ. Керамико-металлические композиционные материалы- керметы. Трансформационно-упрочняемые керамические материалы.

5. **«Производство порошков. Функционирование, очистка, смешивание, дегазация».** Получение, переработка и применение современных неорганических порошковых материалов. Компактирование порошков. Порошковые стали. Производство порошковых деталей. Управление структурой и свойствами порошков, материалов и изделий из них.

6. **«Современное материаловедение конструкционных материалов на базе металлов, интерметаллических и неметаллических соединений, полимеров и керамики, работающих в экстремальных условиях».** Жаропрочные стали. Суперстали. Области их применения и условия службы. Никелевые, железо-никелевые, кобальтовые сплавы. Монокристаллические сплавы, направленные эвтектике. Проницаемые жаропрочные сплавы. Современные дисковые никелевые сплавы. Интерметаллиды. Титаны и железо.

7. **«Конструкционные стали и сплавы повышенной надежности. Высокопрочные стали».** Коррозионностойкие стали и сплавы. Сплавы специального назначения. Сплавы с памятью формы. Эффекты памяти формы и сверхупругости. Суперферриты. Стали из аустенитного класса.

8. **«Аморфно-металлические сплавы. Получение. Механический, магнитный и химические свойства».** Термическая стабильность аморфных металлических сплавов. Сверхпластичность материалов, ее разновидности. Сверхпластичные материалы. Структурная сверхпластичность. Структурная сверхпластичность керамических материалов. Сверхпластичность аморфных сплавов (металлических стекол). Сверхпластичность при фазовых превращениях.

9. **«Синтез высокопрочных поликристаллов из графита с использованием сложнолегированных катализаторов. Системы никель-хром, никель-хром-углерод».** Система никель-хром-металл. Высокопрочные алмазные поликристаллы для изготовления инструментов. Выращивание крупных монокристаллов алмаза. Использование алмазов наукоемких технологиях.

10. **«Новые магнитные материалы».** Подтемы: Магнитотвердые материалы на основе систем железо-никель-алюминий-кобальт, железо-хромкобальт, марганец-алюминий, кобальт-платина, железо-платина. Спеченные постоянные магниты. Пленочные постоянные магниты. Магнитомягкие материалы. Электротехнические стали. Прецизионные магнитомягкие сплавы на железо-никелевой и железо-кобальтовой основе. Аморфные и нанокристаллические сплавы. Ферриты. Магнитомягкие ферриты со структурой шпинели. Ферриты с гексогональной структурой. Ферриты со структурой граната.

11. **«Явление сверхпроводимости».** Сверхпроводящее состояние и основные группы сверхпроводящих материалов. Композиционные сверхпроводящие материалы, основные принципы их создания.

12. **«Физическое материаловедение металлических и неметаллических неорганических и органических пленок, слоев и многослойных систем».** Физико-химические основы изменения свойств поверхностей материалов нанесением покрытия и модифицированием. Технология нанесения неорганических покрытий. Современные аналитические и структурные методы их исследования и контроля.

13. **«Многокомпонентные наноструктурные пленки».** Самосмазывающиеся покрытия для медицины. Методы исследования. Теплопроводящие покрытия. Покрытия, обладающие жаро-коррозионной

стойкостью и стойкостью к высокотемпературному окислению. Окустикоптические покрытия. Покрытия для микроэлектроники. Многослойные покрытия в оптике.

14. **«Подходы к классификации материалов»**. Конструкционные и функциональные материалы. Классификация материалов по функциональным свойствам.

15. **«Полупроводниковые квантовые точки как замена традиционных неорганических и органических люминофоров»**. Гетероструктуры и сверхрешетки. Квантовые точки в биологических исследованиях. Термоэлектрические материалы. Тройные полупроводники и многослойные гетероструктуры на их основе. Сенсibilизированные красителем солнечные батареи (ячейки Гретцеля), мезопористые оксидные полупроводники. полупроводниковые клатраты, скуттерудиты.

#### **Дисциплина «Функциональные материалы и покрытия»**

16. **«Вещества, фазы, дефекты. Зонная структура кристаллов. Диэлектрики, полупроводники, металлы»**. Особенности катализаторов, стекол, диэлектриков, полупроводников, сверхпроводников. Основные принципы получения материалов. Формы существования материалов. Фазовые превращения. Рост кристаллов. Кристаллы и методы их получения. Вискеры. Синтетические кристаллы функциональных материалов. Выращивание кристаллов из растворов, расплавов и газовой фазы. Получение тонких пленок.

17. **«Структура диэлектриков. Основные виды поляризации диэлектриков»**. Ионно-релаксационная поляризация. Миграционная ионная поляризация. Неоднородные и неупорядоченные диэлектрики. Особые состояния и виды диэлектриков. Электреты. Пьезоэлектрики. Поликристаллические диэлектрики.

18. **«Алмазоподобные полупроводники»**. Полупроводники АПВ V и АПВ VI Халькогениды элементов четвертой и пятой группы. Высокотемпературные полупроводники. Кристаллизационные методы очистки. Выращивание кристаллов из газовой фазы. Метод сублимации-конденсации. Полупроводниковые пленки. Легирование. Оксидные полупроводники, способы их получения.

19. **«Пленка как композит. Взаимное влияние пленки и подложки»**. Условия осаждения и морфология пленки. Эпитаксия. Методы осаждения пленок. Спектрофотометрия пленок. Применение тонкопленочных наноматериалов.

20. **«Теория зародышеобразования и формирования пленки»**. Образование дефектов в процессе роста пленок. Падение частиц на подложку, адсорбция и термическая аккомодация, процессы при взаимодействии атомов, молекул и радикалов с поверхностью. Химическое травление (распыление), физическое распыление поверхности. Катодное распыление. Свойства тонких пленок. Адгезия. Износостойкость и коэффициент трения. Упругость, микротвердость и прочность. Проводимость сплошных пленок.

21. **«Особенности и возможности современных методов исследования материалов».** Принцип работы и возможности сканирующего электронного микроскопа. Приведите принцип работы и возможности атомно-силового микроскопа. Приведите принцип работы и возможности просвечивающего микроскопа. Комбинационное рассеяние света и рентгеноструктурный анализ.

22. **«Керамические материалы».** Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями. Перспективные керамические композиты. Материалы на основе нитрида кремния. Твердофазные электролиты и электродные материалы. Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП).

23. **«Материалы с колоссальным магнетосопротивлением».** Новые магнитоактивные композиты и материалы для магнитной записи, спинтроника. Устройства записи и хранения информации на основе сегнетоэлектриков и ферромагнетиков. Магнитные жидкости.

24. **«Биоактивная стеклокерамика. Углерод как материал имплантатов».** Керамические материалы на основе  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$ , гидроксил- и фторапатита. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Ультрадисперсные манганиты в термическом лечении раковых опухолей и транспорте лекарств. Углеродная керамика для сердечного клапана.

25. **«Материалы, используемые для очистки водорода».** Создание композитных мембран для очистки водорода. Хранение водорода. Адсорбционные методы хранения, использующие углеродные нановолокна, нанотрубки, кристаллические микропористые металлорганические каркасы. Химические методы хранения водорода – используемые материалы. Металлогидриды как среда хранения водорода. Протонные электролиты. Высокотемпературные и низкотемпературные протонные электролиты.

26. **«Наноматериалы для создания мембран».** Классификация мембран. Мембранные технологии. Полимерные мембраны. Пористые фильтрующие элементы.

27. **«Наноструктурированные кристаллы для фотоники».** Фотонные кристаллы, подходы к синтезу. Области применения.

28. **«Сплавы с памятью формы (нитинол). «Умные» или интеллектуальные полимеры».** Проводящие полимеры. Пьезоэлектрические материалы для создания сенсоров. Магнитореологические, электрореологические жидкости. Термо- и фоточувствительные полимеры.

29. **«Классические суперионники. Электронно-ионные проводники».** Катодные и анодные материалы литиевых батарей. Протонные проводники на основе церрата бария. Применение твердых электролитов.

30. **«Тройные и многокомпонентные системы».** Конода. Правила использования на фазовых диаграммах. Построение конод в концентрационном треугольнике. Тройное четырехфазное равновесие. Правило фаз Гиббса.

### **III. Список использованных источников**

### **Основная:**

1. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2010. – 132 с.
2. Батиенков, В.Т. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, Г.Г. Сеферов и др. - М.: Инфра-М, 2018. - 415 с.
3. Кобелев, А.Г. Материаловедение. Технология композиционных материалов: Учебное пособие / А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев. - М.: КноРус, 2016. - 288 с.
4. Никулин, С.А. Материаловедение: специальные стали и сплавы: Учебное пособие / С.А. Никулин, В.Ю. Турилина. - М.: МИСиС, 2013. - 123 с.
5. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – М.: Физматлит, 2010. – 452 с.
6. Бурмистров В.А. Функциональные материалы. Диэлектрики. Из-во. ЧелГУ, 2014г., 198с.
7. Современные проблемы нанотехнологий: учебное пособие. Часть 2 (курс лекций) / Б. М. Синельников, С. Э. Хорошилова, В. А. Тарала, Л. С. Лунин, И. А. Сысоев, Л. А. Кашарина. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2012. – 200 с.
8. Поздняков, В.А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов / В.А. Поздняков. - М.: МГИУ, 2007. - 424 с
9. Тялина Л.Н., Федорова Н.В., Королев А.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебное пособие / 5-е изд., испр. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009.- 100 с.
10. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М.: Металлургия, 2004.- 574с.

### **Дополнительная:**

1. Барон Ю.М. (ред.). Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2012. — 512 с.
2. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. /Дальский А.М., Арутюнова И.А., Барсукова Т.М. и др. Под общ. Ред. А.М. Дальского. 3-е изд. – М.: Машиностроение, 2011. – 447 с.
3. Батышев, А.И. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / А.И. Батышев, А.А. Смолькин. - М.: Инфра-М, 2012. - 288 с.
4. Адашкин, А.М. Материаловедение (металлообработка) / А.М. Адашкин. - М.: Academia, 2018. - 560 с.
5. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов: учебное пособие / В.Е. Галыгин, Г.С. Баронин, В.П. Таров, Д.О. Завражин. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 180 с.
6. Богодухов, С. Материаловедение: Учебник / С. Богодухов. - М.: Машиностроение, 2015. - 504 с.
7. Капустин, В.И. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: Инфра-М, 2018. - 224 с.

8. Новиков, Ю.Н. Электротехническое материаловедение: Учебное пособие / Ю.Н. Новиков. - СПб.: Лань, 2016. - 200 с.

9. Кирсанова, Е.А. Материаловедение : Уч. / Е.А. Кирсанова, Ю.С. Шустов, А.В. Куличенко и др. - М.: Вузовский учебник, 2018. - 208 с.

10. Малинина, Р.И. Материаловедение: сплавы Fe-C: Сборник задач / Р.И. Малинина. - М.: МИСиС, 2013. - 68 с.