

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Ученого совета
НАО «КазНУ им. аль-Фараби».
Протокол № 10 от 13.05.2023 г.

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

1. 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 написания эссе, сдачи теста на готовность к обучению в докторантуре (далее - ТГО), экзамена по профилю группы образовательных программ и собеседования.

Блок	Баллы
1. Эссе	10
2. Тест на готовность к обучению в докторантуре	30
3. Экзамен по профилю группы образовательной программы	40
4. Собеседование	20
Всего проходной	100/75

3. Продолжительность вступительного экзамена - 4 часа, в течение которых поступающий пишет эссе, проходит тест на готовность к обучению в докторантуре, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза до вступительного экзамена.

2. 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 250-300 слов.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

**Темы для подготовки к экзамену
по профилю группы образовательной программы.**

Дисциплина «Современное материаловедение»

Тема 1. «Ультрадисперсные или наноструктурные материалы. Области их применения. Нанопорошки, методы их синтеза».

Подтемы:

Способ осаждения, гель-метод, способ восстановления и термического разложения.

Физические методы получения порошков.

Механические методы получения измельчением.

Химические методы синтеза.

Тема 2. «Объемные наноструктурные материалы, способы их получения. Контролируемая кристаллизация аморфных материалов. Компактирование ультрадисперсных порошков».

Подтемы:

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.

Тема 3. «Выращивание монокристаллов. Особенности дафектообразования в бездислокационных и малодислокационных монокристаллах. Влияние загрязняющих примесей».

Подтемы:

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.

Тема 4. «Металлические композиционные материалы. Композиционные материалы с алюминиевой, магниевой, титановой матрицей. Композиционные материалы на основе несмешивающихся металлических компонентов. Системы на основе меди».

Подтемы:

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.

Тема 5. «Производство порошков. Функционирование, очистка, смешивание, дегазация».

Подтемы:

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

Тема 6. «Современное материаловедение конструкционных материалов на базе металлов, интерметаллических и неметаллических соединений, полимеров и керамики, работающих в экстремальных условиях».

Подтемы:

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.

Тема 7. «Конструкционные стали и сплавы повышенной надежности. Высокопрочные стали».

Подтемы:

Коррозионостойкие стали и сплавы.

Сплавы специального назначения.

Сплавы с памятью формы. Эффекты памяти формы и сверхупругости.

Суперферриты. Стали из аустенитного класса.

Тема 8. «Аморфно-металлические сплавы. Получение. Механический, магнитный и химические свойства».

Подтемы:

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.

Тема 9. «Синтез высокопрочных поликристаллов из графита с использованием сложнелегированных катализаторов. Системы никель-хром, никель-хром-углерод».

Подтемы:

Система никель-хром-металл. Высокопрочные алмазные поликристаллы для изготовления инструментов.

Выращивание крупных монокристаллов алмаза.

Использование алмазов наукоемких технологиях.

Тема 10. «Новые магнитные материалы».

Подтемы:

Магнитотвердые материалы на основе систем железо-никель-алюминий-кобальт, железо-хром-кобальт, 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.

Тема 11. «Явление сверхпроводимости».

Подтемы:

Сверхпроводящее состояние и основные группы сверхпроводящих материалов.

Композиционные сверхпроводящие материалы, основные принципы их создания.

Тема 12. «Физическое материаловедение металлических и неметаллических неорганических и органических пленок, слоев и многослойных систем».

Подтемы:

Физико-химические основы изменения свойств поверхностей материалов нанесением покрытия и модифицированием.

Технология нанесения неорганических покрытий.

Современные аналитические и структурные методы их исследования и контроля.

Тема 13. «Многокомпонентные наноструктурные пленки».

Подтемы:

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.

Тема 14. «Подходы к классификации материалов».

Подтемы:

Конструкционные и функциональные материалы.

Классификация материалов по функциональным свойствам.

Тема 15. «Полупроводниковые квантовые точки как замена традиционных неорганических и органических люминофоров».

Подтемы:

Гетероструктуры и сверхрешетки.

Квантовые точки в биологических исследованиях.

Термоэлектрические материалы.

Тройные полупроводники и многослойные гетероструктуры на их основе.

Сенсибилизированные красителем солнечные батареи (ячейки Гретцеля), мезопористые оксидные полупроводники.

полупроводниковые клатраты, скуттерудиты.

3. Список использованных источников.

Основная:

1. Карабасова Ю.С. Новые материалы. - М.: Миссис, 2002.
2. Грехов И.В. Материалы электронной техники. - М.: Миссис, 2000.
3. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М.: Металлургия, 2004. - 574с.
4. 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.
5. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для нанопромышленности и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2010. – 132 с.
6. Материаловедение: Учебник для вузов /Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ.ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 648 с
7. Батиенков, В.Т. Материаловедение: Учебник / В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, Г.Г. Сеферов и др. - М.: Инфра-М, 2018. - 415 с.
8. Кобелев, А.Г. Материаловедение. Технология композиционных материалов: Учебное пособие / А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов, О.А. Кобелев. - М.: КноРус, 2016. - 288 с.
9. Поздняков, В.А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов / В.А. Поздняков. - М.: МГИУ, 2007. - 424 с.
10. Никулин, С.А. Материаловедение: специальные стали и сплавы: Учебное пособие / С.А. Никулин, В.Ю. Турилина. - М.: МИСиС, 2013. - 123 с.

Дополнительная:

1. Барон Ю.М. (ред.). Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2012. — 512 с.
2. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник. – ДОДЭКА-XXI, 2004. – 320 с.
3. Шевельков В.В., Былеев А.С. Технология конструкционных материалов. Учебное пособие. – Псков: Из-во ППИ, 2007 – 172 с.
4. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение / Б.Н. Арзамасов. - М.: МГТУ , 2008. - 648 с.

5. 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.
6. Батышев, А.И. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / А.И. Батышев, А.А. Смолькин. - М.: Инфра-М, 2012. - 288 с.
7. Адаскин, А.М. Материаловедение (металлообработка) / А.М. Адаскин. - М.: Academia, 2018. - 560 с.
8. 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.
9. Богодухов, С. Материаловедение: Учебник / С. Богодухов. - М.: Машиностроение, 2015. - 504 с.
10. Капустин, В.И. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: Инфра-М, 2018. - 224 с.
11. Вихров, С.П. Биомедицинское материаловедение: Учебное пособие для ВУЗов / С.П. Вихров, Т.А. Холомина и др. - М.: ГЛТ, 2006. - 383 с.
12. Новиков, Ю.Н. Электротехническое материаловедение: Учебное пособие / Ю.Н. Новиков. - СПб.: Лань, 2016. - 200 с.
13. Кирсанова, Е.А. Материаловедение : Уч. / Е.А. Кирсанова, Ю.С. Шустов, А.В. Куличенко и др. - М.: Вузовский учебник, 2018. - 208 с.
14. Земсков, Ю.П. Материаловедение: Учебное пособие / Ю.П. Земсков. - СПб.: Лань, 2019. - 188 с.
15. Малинина, Р.И. Материаловедение: сплавы Fe-C: Сборник задач / Р.И. Малинина. - М.: МИСиС, 2013. - 68 с.
16. Адаскин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. - М.: Форум, 2018. - 592 с.
17. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюшин – М.: Высшая школа, 2001- 638 с.
18. Материаловедение / Г. Г. Сеферов, В.Т. Батиенков, Г. Г. Сеферов, А.Л. Фоменк. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 160 с.
19. Электронные процессы в некристаллических веществах: Из-ство Мир. 1979 / Н.Ф. Мотт, Э.А. Дэвис№
20. П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов Физика твёрдого тела М.: Высшая школа, 2000. 494 с.

Дисциплина «Функциональные материалы и покрытия»

Тема 16. «Вещества, фазы, дефекты. Зонная структура кристаллов. Диэлектрики, полупроводники, металлы».

Подтемы:

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.

Тема 17. «Структура диэлектриков. Основные виды поляризации диэлектриков».

Подтемы:

Ионно-релаксационная поляризация.

Миграционная ионная поляризация.

Неоднородные и неупорядоченные диэлектрики. Особые состояния и виды диэлектриков.

Электреты. Пьезоэлектрики.

Поликристаллические диэлектрики.

Тема 18 «Алмазоподобные полупроводники».

Подтемы:

Полупроводники $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$.

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.

Тема 19 «Пленка как композит. Взаимное влияние пленки и подложки».

Подтемы:

Условия осаждения и морфология пленки. Эпитаксия.

Методы осаждения пленок.

Спектрофотометрия пленок.

Применение тонкопленочных наноматериалов.

Тема 20 «Теория зародышеобразования и формирования пленки».

Подтемы:

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.

Тема 21 «Особенности и возможности современных методов исследования материалов».

Подтемы:

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.

Тема 22 «Керамические материалы».

Подтемы:

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).

Тема 23 «Материалы с колоссальным магнетосопротивлением».

Подтемы:

Новые магнитоактивные композиты и материалы для магнитной записи, спинтроника.

Устройства записи и хранения информации на основе сегнетоэлектриков и ферромагнетиков.

Магнитные жидкости.

Тема 24 «Биоактивная стеклокерамика. Углерод как материал имплантатов».

Подтемы:

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.

Тема 25 «Материалы, используемые для очистки водорода».

Подтемы:

Создание композитных мембран для очистки водорода. Хранение водорода.

Адсорбционные методы хранения, использующие углеродные нановолокна, нанотрубки, кристаллические микропористые металлоорганические каркасы.

Химические методы хранения водорода – используемые материалы.

Металлогидриды как среда хранения водорода. Протонные электролиты.

Высокотемпературные и низкотемпературные протонные электролиты.

Тема 26. «Наноматериалы для создания мембран».

Подтемы:

Классификация мембран.

Мембранные технологии.

Полимерные мембраны.

Пористые фильтрующие элементы.

Тема 27 «Наноструктурированные кристаллы для фотоники».

Подтемы:

Фотонные кристаллы, подходы к синтезу.

Области применения.

Тема 28 «Сплавы с памятью формы (нитинол). «Умные» или интеллектуальные полимеры».

Подтемы:

Проводящие полимеры.

Пьезоэлектрические материалы для создания сенсоров.

Магнито- и электро-реологические жидкости.

Термо- и фоточувствительные полимеры.

Тема 29 «Классические суперионники. Электронно-ионные проводники».

Подтемы:

Катодные и анодные материалы литиевых батарей.

Протонные проводники на основе церрата бария.

Применение твердых электролитов.

Тема 30 «Тройные и многокомпонентные системы».

Подтемы:

Конода. Правила использования на фазовых диаграммах.

Построение конод в концентрационном треугольнике.

Тройное четырехфазное равновесие.

Правило фаз Гиббса.

3. Список использованных источников.

Основная:

1. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – М.: Физматлит, 2010. – 452 с.
2. Краснова Е.В., Биронт В.С. Тройные и многокомпонентные системы: Текст лекций Красноярск: Сибирский федеральный унт; Инт цв. металлов и материаловедения, 2008. 142 с
3. Бурмистров В.А. Функциональные материалы. Диэлектрики. Из-во. ЧелГУ, 2014г., 198с.
4. Третьяков Ю.Д., Лепис У. Химия и технология твердофазных материалов. - М.: Изд-во МГУ, 1985. - 256с.
5. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО., 2009. С. 195
6. М. Херман. Полупроводниковые сверхрешетки. Мир. Москва. 1989
7. А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин, С.А. Рыков. Физика низкоразмерных систем. Наука. СПб. 2001, S.V.

8. Л.Е. Воробьев, Л.Г. Голуб, С.Н. Данилов, Е.Л. Ивченко, Д.А. Фирсов, В.А. Шалыгин. Оптические явления в полупроводниковых квантоворазмерных структурах. Изд-во СПбГТУ. Санкт-Петербург. 2000
9. Грехов И.В. Материалы электронной техники. - М.: Миссис, 2000.
10. Защитные покрытия: учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
11. 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.

Дополнительная:

1. Биомедицинское материаловедение: учебное пособие / С. П. Вихров [и др.]. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2006. — 383 с.,
2. Рыжонков Д. И. Наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.
3. Gaponenko. Optical Properties of Semiconductor Nanocrystals. Cambridge University Press. Cambridge. 1998
4. E.L. Ivchenko, G.E. Pikus. Superlattices and other heterostructures. Springer Ser. Solid State Science. Vol. 110. Springer. Berlin. 1997.
5. Ищенко А. А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля [Электронный ресурс] /
6. А. А. Ищенко, Г. В. Фетисов, Л. А. Асланов. - Москва: Физматлит, 2011. - 647 с.,
7. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. — 2006. — 384 с.
8. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. 75 с.
9. Андриевский Р.А., Спивак И.И. Нитрид кремния и материалы на его основе // Металлургия, 1984. 136 с.
10. Журавлева Н.В., Лукин Е.С. Керамика на основе нитрида кремния // Огнеупоры, 1993.1. с. 6-12.
11. Гуревич Ю.Я. Твердые электролиты / Ю.Я. Гуревич; АН СССР; Отв. ред. А.П. Леванюк. – М.: Наука, 1986. – 171 с.
12. Дунюшкина Л.А. Введение в методы получения пленочных электролитов для твердооксидных топливных элементов: монография / Л.А. Дунюшкина. – Екатеринбург: УРО РАН, 2015. – 126 с.
13. Брусенцов Ю. А., Минаев А. М. Основы физики и технологии оксидных полупроводников: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 80 с.
14. Кекало И.Б., Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Металлургия, 1989.
15. Горбенко О.Ю., Босак А. А. Магнетосопротивление манганитов в слабых магнитных полях и его применение // Сенсор. №2. 2002. С. 28–44
16. Брусенцова Т.Н., Кузнецов В.Д., Никифоров В.Н. Синтез и исследование наночастиц ферритов для магнитной гипертермии, Медицинская Физика: 2005, 3(27)
17. Сплавы с эффектом памяти формы / Оцука К., Симидзу К., Судзуки Ю. и др.; Пер. с яп. И.И.Дружинина; Под ред. А.М. Глезера. –М.: Металлургия, –1990. – 224с.
18. = Мембраны и мембранные технологии / Издательство: Научный мир ISBN 978-5-91522-366-9
19. Ю.Д.Третьяков, Е.А.Гудилин. Химические принципы получения металлоксидных сверхпроводников, Успехи Химии, 2000, т.69, н.1, с.3-40
20. Бебенин Н Г, Зайнуллина Р И, Устинов В.В. "Манганиты с колоссальным магнетосопротивлением" УФН 188 801–820 (2018).