Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»

Институт приоритетных технологий

УТВЕРЖДЕНО	УТВЕРЖДАЮ
Ученым советом	Председатель
Института приоритетных технологий	приемной комиссии
«18» октября 2022 г.	_____ А. Э. Калинина
протокол № 10	«31» _____10_____ 2022 г.
Директор института	
_____ Запороцкова И.В.	

ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру

по группе научных специальностей

2.6 – Химические технологии, науки о материалах, металлургия

Волгоград 2022 г.

Цель и задачи вступительного испытания

Программы вступительных испытаний при приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Билет вступительного экзамена включает **два вопроса**, взятых из разных разделов настоящей Программы.

Вступительные испытания в аспирантуру проводятся в форме устного комплексного экзамена.

Цель экзамена – определить готовность и возможность лица, поступающего в аспирантуру, освоить выбранную программу.

Основные задачи экзамена:

• проверка уровня знаний претендента;

• определение склонности к научно-исследовательской деятельности;

• выяснение мотивов поступления в аспирантуру;

• определение уровня научных интересов;

• определение уровня научно-технической эрудиции претендента.

Ориентировочная продолжительность экзамена – 45 мин.

В ходе вступительных испытаний поступающий должен показать:

• знание теоретических основ дисциплин бакалавриата (специалитета), магистратуры по соответствующей научной специальности;

• владение специальной профессиональной терминологией и лексикой;

• умение оперировать ссылками на соответствующие положения в учебной и научной литературе;

• владение культурой мышления, способность в письменной и устной речи правильно оформлять его результаты;

• умение поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций.

Результаты вступительных испытаний оцениваются по **пятибалльной** шкале.

Оценка определяется как средний балл, выставленный экзаменаторами во время экзамена.

Критерии оценки результатов комплексного экзамена в аспирантуру

5 (Отлично)

Полный безошибочный ответ, в том числе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, выявлять основные тенденции и противоречия, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале.

4 (Хорошо)

Правильные и достаточно полные, не содержащие ошибок и упущений ответы. Оценка может быть снижена в случае затруднений студента при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. При ответе допущены отдельные несущественные ошибки.

3 (Удовлетворительно)

Недостаточно полный объем ответов, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.

2 (Неудовлетворительно)

Неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях или отсутствие необходимых знаний.

При выставлении итоговой оценки на вступительном экзамене в аспирантуру по специальной дисциплине учитываются результаты собеседования по тематике представленного реферата, который отражает собственные научные интересы поступающего и предполагаемое направление научных исследований в процессе обучения в аспирантуре.

Программа

I. Основы материаловедения

1. Кристаллические решетки. Вектор трансляции. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка Вигнера-Зейтца. Решетки Браве. Сингонии. Закон Вульфа-Брэгга. Основные дифракционные методы рентгеноструктурного анализа.
2. Устройство сканирующего электронного микроскопа. Возможности сканирующей просвечивающей электронной микроскопии.
3. Классификация твердых тел. Типы связи. Энергия связи. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы.
4. Классификация дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты: основные типы, равновесная концентрация. Краевые дислокации. Винтовые дислокации.
5. Заполнение зон электронами. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Эффективная масса электрона. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Донорные примеси. Акцепторные примеси.
6. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение. Метод Хартри-Фока. Определитель Слэтера. Одноэлектронное уравнение Шредингера с периодическим потенциалом.
7. Основные квантовые законы. Уровни энергии и переходы между ними. Комбинационный принцип Ритца. Дискретные и непрерывные спектры.

II. Нанотехнологии и наноматериалы

1. Структура и свойства фуллеренов: Физические свойства. Реакционная способность фуллеренов.Химические свойства. Биологическая активность производных фуллерена. Перспективы использования производных фуллерена. Фуллериты. Неуглеродные наноструктуры: основные виды ННТ и их свойства. Синтез ННТ. Углеродные наноструктуры: Углеродные молекулы. Углеродные кластеры. Углеродные нанотрубки. Фуллериты. Ленгмюровские молекулярные пленки
2. Атомные кластеры: определение, виды, способы получения. Источники получения кластеров. Ван-дер-ваальсовые кластеры. Микроскопическая модель внутрикластерной атомной динамики. Термодинамическая модель кластера. Размерные эффекты наноструктур. Особенности наноструктурного состояния вещества. Классификация наноразмерных объектов.
3. Оптические свойства наноструктур, наноустройств, наносистем. Электронные свойства наноструктур, наноустройств, наносистем.
4. Расчетные методы квантовой химии: общая характеристика. Теория функционала плотности DFT.Полуэмпирические методы расчета.
5. Экспериментальные методы физикохимии в изучении наноструктур, наноустройств, наносистем. Различия свойств вещества на поверхности и в объеме. Процессы на поверхности и приповерхностных слоях.
6. Классификация консолидированных наноматериалов по методам изготовления и типам структуры.Методы молекулярно-лучевой эпитаксии и эпитаксии металлоорганических соединений из газовой фазы. Методы получения наноструктур, основанные на использовании интенсивной пластической деформации и аморфизации. Методы

получения нанопорошков и формования изделий из них. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Самоорганизация при эпитаксиальном росте. Классическая теория зародышеобразования. Рост тонких пленок: механизмы роста, зарождение и рост островков.

7.Элементы на основе фуллеренов и графенов. Графитовые нанотрубки и их применение в наноэлектронике. Полимерные нанотранзисторы. Микромеханические транзисторы. Элементы наноэлектроники, использующие эффектбаллистического транспорта электронов.

8. Наноэлектронные ключи. Атомные переключающие устройства. Элементы наноэлектроники на основе отдельных атомов и молекул. Спинтроника. Гигантское магнитосопротивление. Магнитная память. Энергонезависимая памятьна спин-зависимом туннелировании. Квантовые компьютеры. Принципы организации и функционирования. Кубиты. Элементы квантовых компьютеров.

9. Перспективы развития систем квантовой электроники.

Вопросы к экзамену:

1. Кристаллические решетки. Вектор трансляции. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка Вигнера-Зейтца.
2. Решетки Браве. Сингонии. Закон Вульфа-Брэгга.
3. Основные дифракционные методы рентгеноструктурного анализа.
4. Устройство сканирующего электронного микроскопа. Возможности сканирующей просвечивающей электронной микроскопии.
5. Классификация твердых тел. Типы связи. Энергия связи
6. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы.
7. Классификация дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты: основные типы, равновесная концентрация. Типы дислокаций.
8. Заполнение зон электронами. Металлы, диэлектрики, полупроводники.
9. Эффективная масса электрона. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Донорные примеси. Акцепторные примеси.
10. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение.
11. Метод Хартри-Фока. Определитель Слэтера. Одноэлектронное уравнение Шредингера с периодическим потенциалом.
12. Основные квантовые законы. Уровни энергии и переходы между ними. Комбинационный принцип Ритца. Дискретные и непрерывные спектры.
13. Структура и свойства фуллеренов: Физические свойства. Реакционная способность фуллеренов.Химические свойства.
14. Биологическая активность производных фуллерена. Перспективы использования производных фуллерена. Фуллериты. Неуглеродные наноструктуры: основные виды ННТ и их свойства. Синтез ННТ.
15. Углеродные наноструктуры: Углеродные молекулы. Углеродные кластеры. Углеродные нанотрубки. Фуллериты. Ленгмюровские молекулярные пленки
16. Атомные кластеры: определение, виды, способы получения. Источники получения кластеров. Ван-дер-ваальсовые кластеры.
17. Микроскопическая модель внутрикластерной атомной динамики. Термодинамическая модель кластера. Размерные эффекты наноструктур.
18. Особенности наноструктурного состояния вещества. Классификация наноразмерных объектов.

19. Оптические свойства наноструктур, наноустройств, наносистем. Электронные свойства наноструктур, наноустройств, наносистем.
20. Расчетные методы квантовой химии: общая характеристика. Теория функционала плотности DFT.Полуэмпирические методы расчета.
21. Экспериментальные методы физикохимии в изучении наноструктур, наноустройств, наносистем.
22. Классификация консолидированных наноматериалов по методам изготовления и типам структуры.
23. Методы молекулярно-лучевой эпитаксии и эпитаксии металлоорганических соединений из газовой фазы. Методы получения наноструктур, основанные на использовании интенсивной пластической деформации и аморфизации.
24. Методы получения нанопорошков и формования изделий из них. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Самоорганизация при эпитаксиальном росте. Классическая теория зародышеобразования. Рост тонких пленок: механизмы роста, зарождение и рост островков.
25. Элементы на основе фуллеренов и графенов (перечислить и описать)
26. Элементы наноэлектроники, использующие эффект баллистического транспорта электронов. Наноэлектронные ключи. Атомные переключающие устройства
27. Элементы наноэлектроники на основе отдельных атомов и молекул
28. Спинтроника. Гигантское магнитосопротивление. Магнитная память. Энергонезависимая память на спин-зависимом туннелировании.
29. Квантовые компьютеры. Принципы организации и функционирования. Кубиты. Элементы квантовых компьютеров
30. Перспективы развития систем квантовой электроники

Литература

1. Пивоваров Сергей Сергеевич Физические основы теории оптической и рентгеновской спектроскопии [Электронный ресурс]: учебное - Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2016. - 64 с. - Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=941494
2. Мазалова Виктория Леонидовна Нанокластеры: рентгеноспектральные исследования и компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: - Физико-математическая литература, 2012. - 184 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=852377
3. Кислова, Т. В. Лабораторный практикум по дисциплинам: «Электронная и сканирующая зондовая микроскопия», «Специальный практикум» [Электронный ресурс]: учебно-методическое - Изд-во ВолГУ, 2014. - 66 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2014-0088.pdf
4. Кислова, Т. В. Лабораторный практикум по дисциплинам «Электронная и сканирующая зондовая микроскопия», «Специальный практикум» [Электронный ресурс]: учебно-методическое - Изд-во ВолГУ, 2015. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2015-0334.pdf
5. Кислова, Т. В. Растровая электронная микроскопия [Электронный ресурс]: учебно-методическое - Изд-во ВолГУ, 2018. - 60 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2019-0033.pdf
6. Фурсей Г. Н. Автоэлектронная эмиссия [Электронный ресурс]: - Лань, 2012. - 320 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3805

7. Ю .А. Стрекалов, Н. А. Тенякова Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное - Москва:РИОР : ИНФРА-М, 2013. - 307 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=363421
8. Кульков В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении [Электронный ресурс]: - Издание 1-е изд, 2017. - 272 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90003
9. Епифанов Г. И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: - Издание 4-е изд., стер. - Лань, 2011. - 288 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023
10. Литвин Феликс Федорович Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика [Электронный ресурс]: учебное - ИНФРА-М, 2013. - 263 с. - Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=352873
11. Двужилов, И. С. Естественнонаучные методы судебно-экспертных исследований. Основы атомно-эмиссионного спектрального анализа [Электронный ресурс]: учебное - Изд-во ВолГУ, 2020. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/In00147.pdf
12. Фетисов Геннадий Павлович Материаловедение и технология металлов [Электронный ресурс]: - Оникс, 2007. - 624 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=417658
13. Лахтин Юрий Михайлович Основы металловедения [Электронный ресурс]: учебное - ИНФРА-М, 2013. - 272 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=363145
14. Кобелев О.А. и др. Материаловедение. Технология композиционных материалов [Электронный ресурс]: учебное - КноРус, 2019. - 270 с. - Режим доступа: http://www.book.ru/book/931155
15. Адаскин Анатолий Матвеевич Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебное - Издание 2 - ФОРУМ, 2016. - 336 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=552264
16. В. В. Старостин Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное, 2015. - 434 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66203
17. Куприянов М.Ф. Структура биополимеров [Электронный ресурс]: учебное - Изд-во Южного федер. ун-та, 2008. - 224 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=556870
18. Борознин, С. В. Нанотубулярные структуры и атомные кластеры [Электронный ресурс]: учебное - Изд-во ВолГУ, 2017. - 110 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2017-0065.pdf
19. Запороцкова, И. В. Нанотехнологии и наноинженерия : современное состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]: учебное - Изд-во ВолГУ, 2016. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2017-0029.pdf
20. Гусев Александр Иванович Нанокристаллические материалы [Электронный ресурс]: - Физико-математическая литература, 2000. - 224 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=851568
21. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения [Электронный ресурс]: научное - Лаборатория знаний, 2017. - 252 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94128
22. Старосельский Виктор Игоревич Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Электронный ресурс]: - Юрайт, 2019. - 463 с. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/425163

23. Бузник В.Н. Металлополимерные нанокомпозиты (получение, свойства, применение) [Электронный ресурс]: - Изд-во СО РАН, 2005. - 260 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=924618
24. Волков, Г. М. Объемные наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное - КноРус, 2013. - 168 с. - Режим доступа: http://www.book.ru/book/918622

2. Дополнительная литература

1. Бекман Игорь Николаевич Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения [Электронный ресурс]: - Издание испр. и доп - Юрайт, 2019. - 398 с. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/444098
2. Милантьев Владимир Петрович Атомная физика [Электронный ресурс]: - Издание испр. и доп - Юрайт, 2019. - 415 с. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/434649
3. Филимонова Н.И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Часть 1 [Электронный ресурс]: - Новосибирский гос. техн. ун-т, 2013. - 134 с. - Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=546601
4. Пломодьяло Р. Л. Нанотехнологии. Получение, методы контроля и международная стандартизация наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное - КубГТУ, 2018. - 135 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/151171
5. Кульков В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении [Электронный ресурс]: - Издание 1-е изд, 2017. - 272 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90003
6. Ефимова А. И. [и др.] Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности [Электронный ресурс]: - Издание 1-е изд, 2017. - 248 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90860
7. Адаскин Анатолий Матвеевич Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов [Электронный ресурс]: учебное - Издательство "ФОРУМ", 2019. - 400 с. - Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=982105
8. Бондаренко Геннадий Германович Материаловедение [Электронный ресурс]: - Издание 2-е изд. - Юрайт, 2019. - 327 с. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/431943
9. Запороцкова, И. В. Пиролизованный полиакрилонитрил и некоторые композиты на его основе: особенности получения, структуры и свойств [Электронный ресурс]: научное - Изд-во ВолГУ, 2016. - 220 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2016-0121.pdf
10. Двужилов, И. С. Получение нанослоев полимеров и нанокомпозитов методом центрифугирования [Электронный ресурс]: учебное - Изд-во ВолГУ, 2017. - 16 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2018-0004.pdf
11. Дмитриев, А. С. Введение в нанотеплофизику [Электронный ресурс]: - Лаборатория знаний, 2015. - 793 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66201

12. Лучинин Виктор Викторович Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы [Электронный ресурс]: - Физико-математическая литература, 2006. - 552 с. - Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=851810

13. Дьячков, П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок [Электронный ресурс]: - Лаборатория знаний, 2015. - 491 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66217
14. В. В. Старостин Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное, 2015. - 434 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66203
15. Кузнецов, Н. Т. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное - Лаборатория знаний, 2017. - 397 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94129
16. Черепанов Анатолий Константинович Микросхемотехника [Электронный ресурс]: учебное - ИНФРА-М, 2019. - 292 с. - Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=988205
17. Ким Д.П. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: - Бакалавр. Академический курс, 2018. - 276 с. - Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/B7ADC8BE-61B0-40AF-B9DC-6B70196EC27F
18. Телицин В.В. - отв. ред. Системы автоматического управления [Электронный ресурс]: - Университеты России, 2018. - 91 с. - Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/253B6B79-9C39-4058-958D-BA8AB8E82C26
19. Шишмарёв В.Ю. Основы автоматического управления [Электронный ресурс]: - Издание испр. и доп а2-е изд - Бакалавр. Академический курс, 2018. - 350 с. - Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/90B35A8F-C39B-4041-9FAC-DDB1BAC28D6E
20. Шишов Олег Викторович Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]: учебное - ИНФРА-М, 2019. - 396 с. - Режим доступа: http://new.znanium.com/go.php?id=1021825
21. Запороцкова, И. В. Получение углеродных нанотруб методом каталитического пиролиза этанола [Электронный ресурс]: учебно-методическое - Изд-во ВолГУ, 2015. - 20 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2015-0259.pdf
22. Фомичев, В. Т. Получение дисперсных систем различными методами [Электронный ресурс]: учебно-методическое - [Изд-во ВолГУ], 2018. - 28 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2019-0013.pdf
23. Двужилов, И. С. Получение нанослоев полимеров и нанокомпозитов методом центрифугирования [Электронный ресурс]: учебное - Изд-во ВолГУ, 2017. - 16 с. - Режим доступа: http://library.volsu.ru/object/books/2018-0004.pdf
24. Федеральный образовательный портал. Библиотека. Единое окно доступа кобразовательным ресурсам: http://window.edu.ru/library
25. Научная электронная библиотека: http://elibrary.ru
26. Электронная библиотека Волгоградского государственного университета http://lib.volsu.ru
27. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru
28. Электронная библиотечная система учебной и научной литературы http://ibooks.ru/
29.Электронная библиотечная система учебной и научной литературы «Лань» https://e.lanbook.com
30. Электронная библиотечная система учебной и научной литературыhttps://biblio-online.ru/
31. Электронная библиотечная система учебной и научной литературыhttps://www.book.ru