

**ПРОГРАММА**  
**вступительных испытаний в магистратуру по направлению**  
**11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника»**

**Магистерская программа – «Микроэлектроника и твердотельная электроника»**

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Вступительные испытания в магистратуру предназначены для определения практической и теоретической подготовленности бакалавра к выполнению профессиональных задач, установленных государственным образовательным стандартом и возможности продолжения обучения в магистратуре.

Бакалавр по направлению подготовки "Электроника и нанoeлектроника" должен быть подготовлен к решению следующих типовых задач:

1) экспериментально-исследовательская деятельность:

- анализ, систематизация и обобщение научно-технической информации по тематике исследования,
- экспериментальные исследования по синтезу и анализу наноматериалов и компонентов наносистемной техники;
- применение процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики;
- физико-математическое и физико-химическое моделирование исследуемых процессов и объектов;
- описание проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и другой документации.

2) производственно-технологическая деятельность:

- участие в работах по освоению технологических процессов в ходе подготовки производства наноматериалов и компонентов наносистемной техники;
- участие в работах по подготовке технической документации на оборудование и процессы нанотехнологии и нанодиагностики;
- организация метрологического обеспечения технологического процесса, использование типовых методов и разрабатываемых методов контроля качества выпускаемой продукции;
- оценка эксплуатационных и надежности параметров изделий по типовым и разрабатываемым методикам;
- оценка экономической эффективности технологических процессов по существующим методикам;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины.

3) эксплуатация и сервисное обслуживание:

- участие в монтаже, наладке и регулировании технологического и контрольно-диагностического оборудования, используемого при производстве наноматериалов и компонентов наносистемной техники;
- организация технического обслуживания и ремонта оборудования, используемого при реализации процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики;
- определение технического состояния и остаточного ресурса технологического и контрольно-измерительного оборудования, контроль за его эксплуатацией.

В основу программы положены следующие дисциплины государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 210100.62 «Электроника и микроэлектроника» и 210600.62 «Нанотехнология»: материалы и элементы электронной техники, твердотельная

электроника, микроэлектроника, процессы микро- и нанотехнологии, методы исследования материалов и структур электроники.

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ.

При оценке ответов при проведении вступительных испытаний в магистратуру учитывается:

- правильность и осознанность изложения содержания ответа на вопросы, полнота раскрытия понятий и закономерностей, точность употребления и трактовки общенаучных, специальных, технических и технологических терминов;
- степень сформированности интеллектуальных и научных способностей экзаменуемого;
- самостоятельность ответа;
- речевая грамотность и логическая последовательность ответа.

#### Оценка «отлично»:

- полно раскрыто содержание вопросов в объеме программы и рекомендованной литературы;
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание физических концептуальных понятий, закономерностей, корректно использованы научные, технические и технологические термины;
- для доказательства использованы различные теоретические знания, выводы из наблюдений и опытов;
- ответ самостоятельный, исчерпывающий, без наводящих дополнительных вопросов, с опорой на знания, приобретенные при изучении дисциплин специализации.

#### Оценка «хорошо»:

- раскрыто основное содержание вопросов;
- в основном, правильно даны определения понятий и использованы научные и технологические термины;
- ответ самостоятельный;
- определения понятий неполные, допущены нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных, технических и технологических терминов, которые исправляются при ответе на дополнительные вопросы экзаменаторов.

#### Оценка «удовлетворительно»:

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно;
- определение понятий недостаточно четкие;
- не использованы в качестве доказательства выводы из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении;
- допущены ошибки и неточности в использовании научной, технической и технологической терминологии, в определении физического смысла исследуемого параметра.

#### Оценка «неудовлетворительно»:

- ответ неправильный, не раскрыто основное содержание программного материала;
- допущены грубые ошибки в определении понятий, физического смысла исследуемого параметра при использовании научной и технологической терминологии.
- Не даны ответы на вспомогательные вопросы экзаменаторов.

*Структура вступительного экзамена по направлению.*

### *МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ.*

Общая классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению; физическая природа электропроводности металлов, сплавов, полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов; сверхпроводящие металлы и сплавы; характеристика проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике; характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе; примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники; основные физические процессы в диэлектриках (поляризация, пробой, диэлектрические потери) и способы их описания; активные и пассивные диэлектрические материалы и элементы на их основе; магнитные материалы и элементы общего назначения; методы исследования материалов и элементов электронной техники.

### *ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.*

Явления переноса в твердых телах, контактные явления в полупроводниках, контакт металл-полупроводник и металл-диэлектрик -полупроводник (МДП); электронно-дырочный переход; изотипные и анизотипные гетеропереходы; полупроводниковые диоды, биполярные транзисторы, тиристоры, МДП-транзисторы, полевые транзисторы с управляющим переходом, полупроводниковые излучатели и фотоприемники, полупроводниковые датчики, сенсорные устройства и преобразователи - принципы действия и характеристики.

### *МИКРОЭЛЕКТРОНИКА.*

Классификация интегральных микросхем: полупроводниковые и гибридные, на биполярных и МДП-элементах; цифровые и аналоговые; малой, средней, большой и сверхбольшой степени интеграции; активные и пассивные элементы интегральных микросхем; схемотехнические структуры интегральной микроэлектроники; элементы функциональной электроники.

### *ПРОЦЕССЫ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ.*

Организационно - технологические основы производства изделий микро- и наноэлектроники; классификация и стандартизация базовых операций; производственная гигиена, чистота материалов и помещений; физико-химические методы очистки поверхности; оборудование и методы нанесения вещества в вакууме из молекулярных пучков; газофазное осаждение, жидкофазная эпитаксия; атомно-молекулярная сборка; оборудование и методы удаления вещества; газовое, жидкостное, ионно-плазменное травление; ориентационно-чувствительные процессы травления; оборудование и методы модифицирования вещества; процессы окисления, диффузии, ионного легирования, термического и корпускулярно-лучевого отжига; имплантография; оборудование и методы литографии; фото-, электроно- и рентгенолитография; стереолитография; нанолитография; аппаратурная и топохимическая интеграция процессов микротехнологии; самоформирование; интегрированные кластерные технологические комплексы; системный подход к управлению качеством продукции; ЕСТД и её применение; структура и функции АСУТП; оптимизация контрольно-измерительных операций; зависимость показателей качества и надежности изделий от показателей качества технологического процесса; физико-технологические и

экономические ограничения интеграции и миниатюризации; эксплуатация и сервисное обслуживание микроэлектронного производства.

### *МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР ЭЛЕКТРОНИКИ.*

Основные методы измерения электрофизических параметров полупроводников: удельного сопротивления, концентрации и подвижности носителей заряда, измерение характеристических параметров неравновесных носителей заряда; методы измерения параметров глубоких центров в полупроводниках: методы исследования микроструктуры точечных дефектов; прецизионная профилометрия поверхности и измерение геометрических размеров в структурах электроники; измерение состава твердых тел и концентрационных профилей по основным и примесным компонентам методами электронной и ионной спектроскопии, а также ядерно-физическими методами анализа; дифракционные методы анализа кристаллической структуры; эксплуатация и сервисное обслуживание аналитических комплексов.

#### *6. Вопросы вступительных испытаний МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ.*

1. Магнитные материалы: классификация, свойства и применение.
2. Полупроводниковые материалы: классификация, свойства и применение.
3. Электропроводность примесных полупроводников
4. Электропроводность металлов и металлических сплавов
5. Электропроводность диэлектриков в слабых и сильных электрических полях.
6. Термогальваномагнитные эффекты в полупроводниках.
7. Активные диэлектрики: классификация, свойства и применение.
8. Сверхпроводники: свойства и применение
9. Пассивные диэлектрики: классификация, свойства и применение.
10. Кремний: свойства, получение и применение.

#### *РЕКОМЕНУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА*

1. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники: учеб. / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 5-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. - 367 с(30 экз.,КБГУ)
2. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Вопросы и задачи. М.: Высшая школа, 1990. (10экз.,КБГУ)
3. Д.С. Гаев Материалы и элементы электронной техники. Радиоматериалы и радиокомпоненты. : лабораторный практикум/ Д.С. Гаев, Р.Ш. Тешев- Нальчик: Кааб. Балк. Ун-т, 2010- 99с. (50 экз.,КБГУ)

#### *ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА*

1. Р-п переход. Зонные диаграммы ( $u=0$ ,  $u>0$ ,  $u<0$ )/ Отличие диодной теории ВАХ от реальной
2. ВАХ контакта металла с полупроводником. Омический контакт.
3. Туннельный диод. ВАХ и основные параметры.
4. Структура и принцип действия ЛПД. Пролетный режим.
5. Эффект Ганна. Принцип действия диода Ганна. Пролетный режим.
6. Принцип работы БТ. Статистические параметры при различных режимах.
7. Структура и принцип действия диодного тиристора. ВАХ . Отличие от природного тиристора.
8. МДП транзистор с индуцированным каналом. Статистические характеристики.
9. Полевой транзистор с управляющим р-п – переходом. Структура и принцип действия. Статистические характеристики и Малосигнальные параметры.
10. МДП – транзистор с встроенным каналом. Статистические характеристики и Малосигнальные параметры.

### *РЕКОМЕНУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА*

1. К.В.Шалимова Физика полупроводников СПб:изд.Лань, 2010. (<http://lanbook.com>).
2. В.А.Гуртов Твердотельная электроника, М. Техносфера, 2005, 408 с. 15 экз
3. В.В.Пасынков, Л.К.Чиркин Полупроводниковые приборы. Учебник для вузов 6 изд. Стер. СПб Изд.Лань 2002, 480 с. ЭБС Лань (<http://lanbook.com>.)

### *МИКРОЭЛЕКТРОНИКА*

1. Микроэлектроника, содержание, основные понятия.
2. Логические (цифровые) интегральные схемы.
3. Межсоединения в БИС.
4. Аналоговые ИС. Классификация аналоговых ИС.
5. Проблема изоляции элементов ИС, сопоставление различных способов изоляции.
6. Схемы основных технологических процессов изготовления ИС на биполярных транзисторах и профили создаваемых структур.
7. Предельные задачи микроэлектроники.
8. Качество ИС. Виды и методы контроля качества ИС.
9. Надежность ИС. Расчет надежности ИС.
10. Функциональная микроэлектроника.

### *РЕКОМЕНУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА*

11. 1. Коледов Л.А. Технология и конструирование микросхем, микропроцессоров и микросборок.- М.: Радио и связь. 1989.- 421
12. 2. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника.- М.: Высшая школа. 1987.- 416 с.
13. 3. Ефимов И. Е., Козырь И. Я., Горбунов Ю. И. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 464 с.

### *ПРОЦЕССЫ МИКРО И НАНО ТЕХНОЛОГИИ*

1. Оборудование и методы высокотемпературного окисления кремния. Механизм роста  $\text{SiO}_2$  и кинетика окисления.
2. Оборудование и методы диффузии из газообразных, жидких и твердых источников. Распределение примесей при диффузии.
3. Физические основы ионного легирования. Пробег и распределение пробегов ионов.
4. Разупорядочение решетки и радиационные повреждения. Отжиг дефектов.
5. Литографический цикл. Резисты и способы их нанесения. Проявление и сушка. Фотошаблоны.
6. Электронно-лучевая литография.
7. Рентгено-литография. Рентгено - шаблоны.
8. Оборудование и методы ионно-плазменного осаждения: катодное, магнетронное распыление, плазмохимическое осаждение.
9. Оборудование и методы осаждения из газовой фазы: получение поликристаллического кремния, оксида и нитрида кремния.
10. Ионное травление. Механизм травления, оборудование, методы.

### *РЕКОМЕНУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА*

1. Гуртов В.Твердотельная электроника М.:Техносфера,2008-15 экз.
2. Гусев. А.А. Наноматериалы, структуры, технологии.Физматлит, 2007-15 экз.
3. Дудкин В. Пахомов Квантовая электроника .Приборы. М.:Техносфера, 2006-20 экз.

### *МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР ЭЛЕКТРОНИКИ*

1. Физические основы ЭОС. Энергия оже-перехода.

2. Физические основы фотоэлектронной спектроскопии. Энергия фотоэлектрона.
3. Анализ энергии в электронной спектроскопии. Основные типы энергоанализаторов.
4. Физические основы метода ВИМС. Принципиальная схема ВИМС.
5. Принцип действия и устройство ПЭМ.
6. Принципы рентгеновского структурного анализа. Условие Вульфа-Брэгга.
7. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии.
8. Физические основы сканирующей атомно-силовой микроскопии.
9. Четырехзондовый метод измерения сопротивления полупроводниковых материалов.
10. Эффект Холла и магниторезистивный эффект.

*РЕКОМЕНУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА*

11. 1. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям. Под ред. А.С. Сигова / Изд.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 г., 147 с.
12. 2. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ: учебное пособие / Изд.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 г., 673 с.
13. 3. Валова (Копылова) В.Д., Абесадзе Л.Т. Физико-химические методы анализа: Практикум / Изд.: Дашков и К, 2010 г., 222 с.