

**РАССМОТРЕНА**  
**Приёмной комиссией**  
**ФГБОУ ВПО «Астраханский**  
**государственный университет»**  
**14 января 2013 года, протокол № 01**

**УТВЕРЖДЕНА**  
**Ученым советом**  
**Астраханского**  
**государственного университета**  
**28 января 2013 года, протокол № 07**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**ПО ФИЗИКЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ,**

**для поступающих по направлению подготовки магистров**

**210100.68 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА**

**Магистерская программа – Физика полупроводников и диэлектриков**

**в 2013 году**

## СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ:

### 1. Назначение вступительного испытания

Определение уровня подготовленности абитуриента к обучению в магистратуре по данной магистерской программе.

### 2. Особенности проведения вступительного испытания

2.1. Форма вступительного испытания – собеседование.

2.2. Продолжительность вступительного испытания: время на подготовку – 30 мин., время на ответ – 10 мин.

2.3. Система оценивания – дифференцированная, стобалльная, в соответствии с критериями оценивания.

2.4. Решение о выставленной оценке принимается простым голосованием, сразу после ответа абитуриента.

### 3. Литература, рекомендуемая для подготовки к вступительным экзаменам.

#### Основная литература

1. И.В.Савельев. Курс общей физики. Т.2. - М.: Наука, 1982.
2. И.В.Савельев. Курс общей физики. Т.3. - М.: Наука, 1987.
3. П.В.Павлов, А.Ф.Хохлов. Физика твердого тела. – М.: Высшая школа, 2000.
4. В.Л.Бонч-Бруевич, С.Г.Калашников. Физика полупроводников. - М.: Наука, 1990.
5. В.В.Шмидт. Введение в физику сверхпроводимости. – М.: МЦНО, 2000. – 402 с.
6. Е.С.Боровик, А.С. Мильнер, В.В.Еременко. Лекции по магнетизму. (1972г., 2005г.).
7. С. Тикадзуми . Физика ферромагнетизма (в 2-х т.). - М.: Мир, 1983.
8. Л.М. Летюк, В.Г. Костишин, А.В.Гончар. Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники. – М.: МИСИС, 2005.
9. И.Броудай, Дж.Мерей. Физические основы микротехнологии. – М.: Мир, 1985.
10. В.К.Карпасюк. Современные физические методы исследования материалов. - Астрахань: АГПИ, 1994.
11. Я.С.Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н.Иванов, Л.Н.Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. - М.: Металлургия, 1982.

#### Дополнительная литература

12. Ч. Уэрт, Р.Томсон. Физика твердого тела.- М.: Мир, 1969.
13. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела.- М.:Наука, 1963.
14. М.П. Шаскольская. Кристаллография. - М.: Высшая школа, 1976.
15. С.В. Вонсовский. Магнетизм. – М.: Наука, 1971.
16. А.В. Кнотько, И.А.Пресняков, Ю.Д.Третьяков. Химия твердого тела. – М.: «Академия», 2006.
17. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Физматлит, 2005.
18. А.Ф.Кравченко. Магнитная электроника. - Новосибирск: изд. СО РАН, 2002.

### 4. Перечень вопросов, составленных на основе программ подготовки бакалавров по направлению «Электроника и микроэлектроника».

Вопросы определены содержанием программ ряда общих естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин.

1. Кристаллическое состояние. Макроскопические характеристики кристаллов. Пространственная решетка и решетка Бравэ. Кристаллографическая элементарная ячейка (ЭЯ) и ячейка Вигнера-Зейтца. Пространственные группы (типы) плоских сеток Бравэ. Пространственные группы симметрии кристаллов. Симморфные и несимморфные пространственные группы. Обратная решетка и её свойства. Сфера Эвальда и первая зона Бриллюэна.

2. Основные положения теории атомной структуры кристаллов. Энергия кристаллической решётки. Геометрические закономерности атомного строения кристаллов. Плотнейшие атомные упаковки. Структурный тип. Основные типы структур. Твёрдые растворы и изоморфизм.

3. Колебания атомов кристалла. Фононы- кванты энергии возбуждения гармонического осциллятора. Колеблущаяся решетка как идеальный газ фононов. Теплоёмкость кристаллической решётки. Линейное тепловое расширение кристалла как следствие ангармонизма колебаний атомов. Теплопроводность.

4. Плотность состояний и концентрация электронов и дырок. Собственная и примесная проводимость (невырожденный случай). Вырождение электронного газа и его критерии.

5. Кинетические коэффициенты и способы их определения. Кинетическое уравнение Больцмана. Время релаксации и вероятность рассеяния электронов и дырок в кристаллических решетках. Длина свободного пробега электронов и дырок в полупроводниках и границы ее применимости. Подвижность носителей заряда в полупроводниках (теоретический расчет и сравнение с экспериментом). Электропроводность полупроводников. Теплопроводность. Термоэлектрические явления. Гальвано- и термомагнитные явления в полупроводниках.

6. Энергетическое распределение неравновесных носителей заряда. Понятие о квазиуровнях Ферми. Полупроводниковые лазеры. Поверхностная рекомбинация. Распространение неравновесных носителей заряда. Уравнение непрерывности. Длина Дебая и время релаксации Максвелла. Фотомагнитный эффект и эффект Дембера.

7. Контактные явления в полупроводниках.

8. Поверхностные явления в полупроводниках.

9. Эффект Холла. Эффект Нернста. Эффект Эттингсгаузена. Термоэлектрические и термомагнитные явления. Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Эффект Ганна.

10. Оптические характеристики твердых тел. Механизмы поглощения света в полупроводниках. Закон сохранения энергии и волнового вектора при оптических переходах электрона.

11. Неравновесные электроны и дырки. Механизмы генерации носителей заряда. Время жизни. Механизмы рекомбинации неравновесных носителей заряда. Центры рекомбинации. Люминесценция полупроводников.

12. Типы фотоэффектов в полупроводниках. Собственная и примесная фотопроводимость. Спектральная и температурная зависимость фотопроводимости. Фото Э.Д.С. в полупроводниках. Эффект Дембера. Фотомагнитный эффект.

13. Электропроводность диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации, электрическое поле в диэлектрике. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Основные механизмы поляризации в диэлектриках. Электронная, ионная и дипольная поляризация. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Спонтанная поляризация. Пироэффект. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект.

14. Электрический переход в равновесном состоянии. Работа р-п перехода при внешнем напряжении. Контакт металл-полупроводник. Выпрямление на р-п переходе. Типы полупроводниковых диодов, классификация, технология изготовления. Выпрямительные низкочастотные диоды. Особенности выпрямительных высокочастотных диодов. Импульсные диоды. Туннельные Диоды Шоттки. Лавинопролетные диоды. Стабилитроны. Варикапы. Диоды Гана.

15. Устройство, классификация и система обозначения. Принцип действия транзистора. Схема включения транзистора с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором. Коэффициенты усиления транзистора. Входные и выходные характеристики транзисторов. Биполярные транзисторы ИМС. Многоэмиттерные транзисторы.

16. Общие сведения, классификация системы обозначения. МДП транзисторы с встроенным каналом. МДП транзисторы с индуцированным каналом. Полевые транзисторы с управляемым р-п переходом. Применение полевых транзисторов. МДП-транзисторы ИМС. Комплементарные структуры МДП - транзисторов.

17. Назначение, устройство и система обозначения тиристоров. Принцип действия и ВАХ динистора. Особенности устройства и принцип действия тринисторов и симисторов.

18. Полупроводниковые ИМС на биполярных и МДП структурах. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы малой, средней, большой и сверхбольшой степени интеграции.

Маршрутная технология биполярных интегральных схем. Базовая технология МДП-интегральных микросхем. Активные и пассивные элементы ИМС. Гибридные ИМС.

19. Разновидности структур цифровых ИМС. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ). Инжекционная интегральная логика (И<sup>2</sup>Л). Схемотехника, свойства, применение. МПД-логика: МДП-п, МДП-р, КМДП-логика. Структура аналоговых ИМС.

20. Термоэлектронная эмиссия. Эмиссия в сильных электрических полях. Поверхностная ионизация (ПИ). Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ). Взаимодействие ионов с поверхностью твердого тела.

## 5. Основные критерии оценки ответа абитуриента, поступающего в магистратуру:

### 1. Знание:

- Элементной базы электронной техники, основных видов используемых материалов, компонентов и приборов, их функциональных возможностей и особенностей эксплуатации;
- Физических и математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств электроники и микроэлектроники;
- Основных схемотехнических решений при создании электронных цепей;
- Типовых программных продуктов, ориентированные на решение научных и прикладных задач электроники;
- Типовых технологических процессов и оборудования, применяемых в электронной технике;
- Основных видов нормативно-технической документации в области технологии, стандартизации и сертификации изделий электронной техники;
- Общих правил и методов наладки, настройки и эксплуатации электронной аппаратуры и оборудования.

2. Умение аргументировано, с научных позиций, отвечать на вопросы, владение современной научно-технической терминологией.

3. Полнота ответа на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

## 6. Соотношение критериев оценивания ответа абитуриента и уровня его знаний

<i>Уровни и подуровни знаний</i>	<i>Балл</i>
<p><b>1. Знание элементной базы электронной техники, основных видов используемых материалов, компонентов и приборов, их функциональных возможностей и особенностей эксплуатации, физических и математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств электроники и микроэлектроники, основных схемотехнических решений при создании электронных цепей:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильные представления, грамотное и полное изложение сущности вопроса, аргументированные ответы на дополнительные вопросы;</li> <li>- достаточное понимание излагаемого материала, владение терминологией, отдельные неточности и упущения в ответах;</li> <li>- знание отдельных положений и фактов, слабая теоретическая база, неуверенная аргументация ответов на вопросы;</li> <li>- отсутствие или ошибочность базовых представлений, слабое владение отдельными теоретическими или практическими вопросами.</li> </ul>	<p><b>36-40</b></p> <p><b>32-35</b></p> <p><b>28-31</b></p> <p><b>0-15</b></p>
<p><b>2. Знание типовых программных продуктов, ориентированные на решение научных и прикладных задач электроники, типовых технологических процессов и оборудования, применяемых в электронной технике:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотное и полное описание технологических процессов, правильное понимание их механизмов, аргументированные ответы на дополнительные вопросы;</li> </ul>	<p><b>27-30</b></p>

- достаточное знание и понимание излагаемого материала, владение терминологией, отдельные неточности и упущения в ответах;	<b>24-26</b>
- знание отдельных положений и фактов, слабая теоретическая база, неуверенная аргументация ответов на вопросы;	<b>22-25</b>
- незнание или неправильное понимание сущности основных техпроцессов и их механизмов, слабое представление об отдельных процессах синтеза или обработки.	<b>0-15</b>
<b>3. Знание основных видов нормативно-технической документации в области технологии, стандартизации и сертификации изделий электронной техники, общих правил и методов наладки, настройки и эксплуатации электронной аппаратуры и оборудования:</b>	
- знание физических основ, аппаратурной реализации, основных характеристик и применений методов наладки, настройки и эксплуатации, аргументированные ответы на дополнительные вопросы;	<b>27-30</b>
- достаточное знание и понимание излагаемого материала, владение терминологией, отдельные неточности и упущения в ответах, неуверенная интерпретация результатов исследований;	<b>24-26</b>
- знание отдельных положений и фактов, слабая теоретическая база, неуверенная аргументация ответов на вопросы;	<b>20-23</b>
- незнание или неправильное понимание сущности и реализации основных методов, нечеткие представления об отдельных аспектах методов.	<b>0-15</b>

Набранная сумма баллов соответствует следующим оценкам:

90-100 - «отлично», 80-89 - «хорошо», 70-79 - «удовлетворительно», менее 70 – «неудовлетворительно».