

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Физический факультет

Программа рассмотрена и утверждена на
заседании Учёного совета физического
факультета _____ 2012 г.

Декан физического факультета, доц.

_____ К.А.Марков

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
«Физика электроники твердого тела»

направление 210100 – «Электроника и нанoeлектроника»
(бакалавры)

Н. Новгород, 2012 г.

I. Общие положения

1. Государственный экзамен в соответствии с самостоятельно установленным ННГУ образовательным стандартом (СУОС) является частью итоговой аттестации выпускника и проводится с целью определения соответствия знаний, умений и навыков студентов по комплексу специальных дисциплин и их соответствия требованиям СУОС.
2. К экзамену допускаются лица, завершившие полный курс обучения и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом. Экзамен проводится в письменной или устной форме.
3. Прием государственного экзамена по специальности осуществляет государственная аттестационная комиссия (ГАК). Персональный состав комиссии утверждается ректором ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Программа итогового государственного экзамена доводится до сведения студентов не позднее, чем за месяц до предполагаемой даты экзамена. Обсуждение и окончательное оценивание ответов студента экзаменационная комиссия проводит на закрытом заседании, определяя итоговую оценку – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
4. В критерии оценки, определяющие уровень и качество подготовки выпускника по специальности, его профессиональные компетенции, входят:
 - уровень готовности к осуществлению основных видов профессиональной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой;
 - уровень освоения выпускником материала, предусмотренного учебными программами дисциплин;
 - уровень знаний и умений, позволяющий решать типовые задачи профессиональной деятельности;
 - обоснованность, четкость, полнота изложения ответов;
 - уровень информационной и коммуникативной культуры.
5. Решение об оценке знаний студента принимается ГАК открытым голосованием простым большинством членов комиссии, участвующих в заседании. Результаты экзамена доводятся до студента сразу после закрытого заседания экзаменационной комиссии. Студент, получивший на экзамене оценку «неудовлетворительно», к защите выпускной квалификационной работы не допускается.
6. Программа государственного экзамена включает в себя основные вопросы по базовым курсам профессионального цикла:

II. Содержание экзаменационных вопросов:

1. Точечная симметрия кристаллов. Элементы симметрии и симметрические преобразования. Точечные группы симметрии кристаллов, их назначения и описание.

2. Трансляционная симметрия и атомная структура кристаллов. Пространственная симметрия и правильная система точек.
3. Кристаллическая решетка и кристаллографическая система координат. Ячейки Браве. Кристаллографические направления, плоскости и символы.
4. Обратная решетка и ее кристаллографические применения. Основные расчетные формулы кристаллографии.
5. Плотнейшие упаковки шаров, их применение к описанию структуры кристаллов. Основные структурные типы элементов и химических соединений.
6. Дифракционные методы исследования твердых тел.
7. Классификация твердых тел по типам связей. Характер межатомного взаимодействия. Расчет энергии связи в кристаллах.
8. Тепловые точечные дефекты кристалла, их равновесная концентрация. Радиационные дефекты.
9. Типы дислокаций в кристаллах. Основные их характеристики. Движение дислокаций. Образование дислокаций.
10. Акустические и оптические колебания атомов кристаллической решетки. Фононы.
11. Теория теплоемкости твердых тел Эйнштейна и Дебая.
12. Ангармонические взаимодействия в кристаллах. Тепловое расширение. Теплопроводность твердых диэлектриков. Тепловое сопротивление решетки. N-процессы и U-процессы. Зависимость теплопроводности от температуры.
13. Механизмы поляризации в твердых телах. Связь между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью (уравнение Клазиуса-Мосотти).
14. Пьезо- и сегнетоэлектрики. Поляризационная катастрофа. Температура Кюри. Теория Ландау фазовых переходов. Домны.
15. Магнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков и краткая характеристика физической природы магнетизма.
16. Явление сверхпроводимости и его природа. Эффект Мейснера. Сверхпроводники I и II рода. Физические идеи, лежащие в основе теорий сверхпроводимости Лондонов, Гинзбурга-Ландау, БКШ. Высокотемпературная сверхпроводимость.
17. Энергетический спектр некристаллических твердых тел. Делокализованные и локализованные в модели Андерсона. Локализованные состояния, связанные с дефектами. Температурная зависимость электропроводности аморфных полупроводников.
18. Адиабатическое, валентное и одноэлектронное приближение в теории твердого тела. Энергетический спектр электронов в кристалле.
19. Волновая функция электрона в кристалле. Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна в кубических кристаллах.
20. Приближение эффективной массы. Электроны и дырки в кристалле.
21. Особенности реальной зонной структуры полупроводников.
22. Примесные состояния. Водородоподобная модель примесных центров.

23. Плотность состояний и функция распределения электронов по энергии. Уровень Ферми.
24. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей тока в примесном полупроводнике.
25. Зависимость концентрации и уровня Ферми от уровня легирования и температуры в компенсированном полупроводнике.
26. Связь концентрации носителей с уровнем Ферми. Температурная зависимость уровня Ферми и концентрации носителей в собственном полупроводнике.
27. Межзонная излучательная и безызлучательная рекомбинация. Зависимость времени жизни от положения уровня Ферми и температуры.
28. Рекомбинация через ловушки. Зависимость времени жизни от положения уровня Ферми и температуры.
29. Собственное оптическое поглощение полупроводников, прямые и непрямые переходы.
30. Стимулированное излучение. Твердотельные и полупроводниковые лазеры.
31. Явления переноса заряда в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана.
32. Дрейфовая подвижность и ее температурная зависимость.
33. P-n-переход. Энергетическая диаграмма и механизм выпрямления, вольтамперная и вольтфарадная характеристики.
34. Контакт полупроводника с металлом. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Диоды Шоттки.
35. Туннельный диод. Принцип действия и вольтамперная характеристика.
36. Полевые транзисторы. Типы полевых транзисторов. Принцип работы и основные характеристики.
37. Принцип действия тиристора и его основные характеристики.
38. Разновидности интегральных биполярных транзисторов. Способы их изоляции.
39. Основные логические функции. Способы их реализации с помощью электронных схем.
40. Принцип действия транзисторного ключа на основе БП-транзистора. Быстродействие ключа.
41. Операционный усилитель. Блок-схема, общее определение. Примеры использования ОУ в аналоговых ИС.
42. Сравнение элементов ИС, изготовленных на основе БП- и МДП-транзисторах (основные параметры, технология, стоимость).
43. Блок-схема усилительного каскада. Принципиальная и эквивалентная схемы усилителя низких частот и его основные характеристики.
44. Усилители мощности.
45. Общие принципы работы и структурные схемы генераторов электрических периодических колебаний.
46. RC-генераторы гармонических колебаний.
47. Радиотехнические сигналы. Виды Модуляции.

48. Характеристики передачи линейных цепей (на примере простейших RC-, LR-, LC-фильтров).
49. Выпрямление и детектирование сигналов.
50. Обратные связи в электронных схемах. Повторитель напряжения (назначение, принцип действия, схема).
51. Фазовые переходы и фазовые равновесия в системах. Уравнение и диаграмма состояния (пример).
52. Фазы в твердом состоянии. Твердые растворы, их классификация.
53. Тонкие пленки, характеристика основных физических процессов при выращивании тонких пленок.
54. Гомо- и гетероэпитаксия. Механизмы эпитаксиального роста. Псевдоморфизм.
55. Общая характеристика методов получения тонких пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
56. Основные методы выращивания полупроводниковых монокристаллов и структур.
57. Диффузия примесей в полупроводниках Механизмы диффузии. Примеры решения уравнения диффузии.
58. Маскирующие и пассивирующие слои на поверхности кремния. Механизмы роста и кинетика окисления.
59. Ионная имплантация, физические основы метода ионного легирования.
60. Литография и ее виды.

III. Список рекомендуемой литературы

1. Каяцкас Д.В., Основы радиоэлектроники, М., Наука, 1987, 320 с.
2. Манаев В.И. Основы радиоэлектроники. М.: Радио и связь, 1990.-512 с.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 1986, - 511 с.
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988, - 448 с.
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Под ред. Самойло К.А. М.: Сов.радио, 1982, - 527 с.
6. П.В.Павлов, А.Ф.Хохлов. Физика твердого тела.- М.: ВШ, 2000; Нижний Новгород: изд.ННГУ, 1993.
7. В.А.Гуртов, Р.Н.Осауленко. Физика твердого тела для инженеров. – М.: Техносфера, 2007
8. Ч.Киттель. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978.
9. Дж.Блейкмор. Физика твердого тела. - М.: Мир, 1988.
10. А.Анималу. Квантовая теория кристаллических твердых тел. – М.: Мир, 1981.
11. Н.Ашкрофт, Н.Мермин. Физика твердого тела, т.1,2.- М.: Мир, 1979.

12. Задачи по физике твердого тела./ Под ред. Г.Дж.Голдсмида.- М.:Наука, 1976
13. Физика твердого тела (лабораторный практикум), т.1, 2./ Под ред. А.Ф.Хохлова. – М.: ВШ, 2001.
14. И.Г.Пичугин, Ю.М.Таиров, Технология полупроводниковых приборов, М., ВШ, 1984.
15. А.И.Курносков, В.В.Юдин, Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных схем, М., ВШ, 1986.
16. Технология СБИС, под ред. С.Зи, в двух книгах, Мир, 1986.
17. А.А.Щука, Нанозлектроника, М., Физматкнига, 2007.
18. В.А.Гуртов. Твердотельная электроника. – М.: Техносфера, 2005.
19. В.В.Пасынков, Л.К.Чиркин, А.Д.Шинков. Полупроводниковые приборы.- М.: ВШ, 1987; М.: ВШ, 2003.
20. И.М.Викулин, В.И.Стафеев. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Сов. Радио, 1990.
21. И.П.Степаненко. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. - М.: Энергия, 1990.
22. Бурбаева Н.В., Днепровская Т.С. Сборник задач по полупроводниковой электронике.- М.: Физматлит, 2004.
23. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. 3-е изд., стер., СПб.: Изд. Лань, 2008. 384 с. ISBN 978-5-8114-0866-5
24. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 488 с.
25. Аваев, Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники, М. Радио и Связь. 1991 г. - 288 с.
26. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника: Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника. Учебное пособие для ВУЗов., М.: «Высшая школа», 1987. 416 с.
27. Коломбет Е.А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. – М.: Радио и связь, 1991. – 376 с.
28. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Том I: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832.
29. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Том II: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 942 с.
30. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых устройств. М.: Додэка-XXI, 2011. 528 с.
31. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 448 с.
32. Алексенко А.Г. Шагурин И.И. Микросхемотехника: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.