

# Вопросы, выносимые на экзамен по курсу «Твердотельная электроника»

## **НЕРАВНОВЕСНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ**

Равновесные и неравновесные носители . Время жизни неравновесных носителей. Рекомбинация избыточных носителей. Максвелловское время релаксации Уравнение непрерывности. Соотношение Эйнштейна. Диффузионная длина носителей.

### **КОНТАКТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Контакт металл-полупроводник. Толщина заборного слоя. Емкость заборного слоя.

Выпрямление на контакте металл-полупроводник. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Применение барьеров Шоттки. Электронно-дырочный переход. Толщина перехода. Емкость перехода.

Инжекция и экстракция р-п переходом. Граничные условия на р-п переходе. Вольтамперная характеристика р-п перехода. Коэффициент инжекции р-п перехода

Диффузионная емкость. Пробой р-п переходов. Термоэлектронная ионизация, электростатическая ионизация, ударная ионизация. Коэффициент ударной ионизации.

Вольтамперная характеристика р-п перехода при пробое. Пробивные напряжения диодов. Стабилитроны. Частотные свойства р-п переходов. Переходные характеристики р-п переходов.

$n^+$ - $n$ ,  $p^+$ - $p$  переходы. Накопление, эксклюзия. Гетеропереходы изотипные и неизотипные. Классификация диодов.

### **БИПОЛЯРНЫЕ ПРИБОРЫ**

Принцип действия диффузионного триода. Параметры и усилительные способности триода. Теория триода. Токи эмиттера и коллектора – электронный и дырочный. Коэффициент переноса, эффективность эмиттера, коэффициент усиления по току. Время пролета носителей. Вольтамперная характеристика триода, распределение носителей в базе. Учет модуляции ширины базы ( эффект Эрли ).

.Дрейфовый триод. Поле в базе. Плотность тока и время пролета в дрейфовом триоде. Накопление и рассасывание в триодах. Эквивалентные схемы и параметры триодов. Оценка усилительных свойств.  $h$ -параметры.

Частотные характеристики триодов. Принцип действия и вольтамперные характеристики тиристоров. Времена включения и выключения. Разновидности тиристоров. Диод с двойной базой.

### **УНИПОЛЯРНЫЕ ПРИБОРЫ**

Полевые триоды. Принцип действия, Вольтамперные характеристики триода с р-п переходом. МДП и МОП триоды. Контакт металл-диэлектрик-полупроводник. Теория плоских зон.

МДП триод в режиме обогащения. Вольтамперная характеристика МДП триода в режиме обогащения. Режим обеднения. Вольтамперная характеристика МДП триода в режиме обеднения. Режим инверсии (индуцированный канал)

Параметры триодов. Эквивалентные схемы. Частотные свойства. Разновидности полевых триодов. Полевые триоды со скрытым каналом и высокой подвижностью электронов в канале.

## **ТУННЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ**

Туннельный эффект. Туннельный диод. Обращенный диод. Избыточный ток. Вольтамперная характеристика туннельного диода. Параметры и частотные свойства туннельного диода.

МДП туннельный диод. Туннельный триод. Туннельные явления в сверхпроводниках Эффекты Гявери и Джозефсона.

## **ПРОЛЕТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ**

Принцип работы пролетных приборов и лавинно-пролетного диода. Запоздывание ударной ионизации и пролетный эффект. Малосигнальный импеданс. Оптимальные углы пролета.

Разновидности лавинно-пролетных диодов. Инжекционно-пролетные диоды. Пролетный диод с захваченным объемным зарядом плазмы.

## **МЕЖДОЛИННЫЙ ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНОВ**

Эффект междолинного переноса электронов. Устойчивость системы с отрицательной дифференциальной проводимостью. Зависимость дрейфовой скорости электронов от напряженности электрического поля. Параметры домена.

Анализ движения доменов сильного поля. Правило равных площадей. Вольтамперные характеристики домена и диода с доменом. Режимы работы диодов с междолинным переносом электронов. Частотные свойства.

## **ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА**

О способе описания акустоэлектронных явлений. Возникновение звуковой волны в кристаллах. Взаимодействие электронов проводимости с акустической волной. Затухание звуковой волны в кристалле (теория). Усиление и поглощение звуковой волны. Акустоэлектрический эффект. Поверхностные акустические волны.

## **КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ, СВЕРХРЕШЕТКИ**

Резонансное туннелирование электронов через потенциальную яму с барьерами. Параметры резонансных энергетических уровней в квантовой яме. Возможность резонансного туннелирования электронов. Вольтамперные характеристики и отрицательная дифференциальная проводимость структур с квантовой ямой. Резонансно-туннельный диод (РТД)

Энергетический спектр сверхрешеток. Образование подбарьерных и надбарьерных минизон. Статистика носителей заряда. Электрические свойства сверхрешеток. Отрицательная дифференциальная проводимость в классических сверхрешетках. Резонансное туннелирование в квантовых сверхрешетках. Вольтамперные характеристики. Оптические свойства. Создание сверхрешеток

Транзисторы с резонансным туннелированием. Транзистор с двойным барьером и квантовой ямой (ДБКЯ) эмиттером. Биполярный транзистор с резонансным туннелированием. Штарк-эффект транзисторы. Полевые транзисторы с резонансным туннелированием. Логические вентили на приборах с резонансным туннелированием. Транзисторы с параллельными квантовыми ямами-каналами. Транзисторы с квантовой интерференцией электронных волн. Резонансно-туннельные явления в диодах Ганна. Совместная работа РТД и диода Ганна.