



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ «ЭЛЕКТРОНИКА»

### **А. Полупроводниковая электроника**

#### **I. Электрофизические свойства полупроводников.**

1. Энергетическая диаграмма собственного полупроводника с распределением подвижных носителей заряда по энергиям.
2. Определение уровня Ферми, понятие вырожденного полупроводника.
3. Энергетические диаграммы примесных полупроводников n – и p – типов.
4. Составляющие тока в полупроводниках.
5. Определение коэффициента диффузии носителей и диффузионной длины.
6. *Зависимость подвижности носителей от напряженности электрического поля в полупроводниках.*

#### **II. Физические процессы в p-n – переходах**

7. Зависимость контактной разности потенциалов от параметров полупроводников.
8. Виды пробоя p-n – перехода.
9. Ёмкости p-n – перехода при его прямом и обратном смещении.
10. Вольтамперная характеристика p-n – перехода при туннельном эффекте.
11. Примеры полупроводниковых диодов (выпрямительные, импульсные, стабилитроны).
12. Структура лавинно-пролетного диода.
13. Определение частот колебаний в различных режимах работы генератора Ганна.

#### **III. Физические процессы в биполярных транзисторах**

14. Структура и распределение примесей в биполярном транзисторе.
15. Распределение токов в биполярном транзисторе.
16. Несимметричность структуры биполярного транзистора.
17. Различие дрейфового и бездрейфового транзисторов.
18. Эффект модуляции ширины базы в биполярном транзисторе.
19. Схемы включения биполярных транзисторов.
20. Режимы работы биполярного транзистора.
21. Модель Эберса-Молла биполярного транзистора.
22. Основные физические параметры биполярных транзисторов.
23. Чем определяется быстродействие биполярных транзисторов.
24. Транзистор как линейный четырехполюсник.
25. Статические характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой (общим эмиттером).
26. Какая схема включения биполярных транзисторов обладает большим входным сопротивлением (объяснить).
27. *Какая схема включения биполярного транзистора нестабильна при изменении температуры.*
28. Простейшая схема усилительного каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером.
29. Схема электронного ключа на биполярном транзисторе (указать уровни логического нуля и единицы).

#### IV. Физические процессы в МДП транзисторах

30. Режимы МДП структуры для собственного и примесного полупроводников.
31. Зависимость емкости МДП структуры от напряжения.
32. Общая характеристика полевых транзисторов.
33. *Объяснить принцип управления током в полевом транзисторе с управляющим p-n – переходом.*
34. Структура МДП транзистора с индуцированным n- каналом.
35. Сопоставление технологий изготовления биполярного и МДП транзисторов.
36. Статические характеристики МДП транзистора.
37. Эквивалентная схема МДП транзистора с каналом n - типа.
38. Схема усилителя на МДП транзисторе (графическая иллюстрация работы схемы в линейном режиме).

#### V. Интегральные биполярные и МДП структуры. Основы микроэлектроники.

39. Структура интегрального биполярного транзистора с изолирующим p-n - переходом.
40. Назначение скрытого  $n^+$  - слоя в структуре интегрального биполярного транзистора.
41. Эквивалентная схема интегрального биполярного транзистора.
42. *Модель Эберса-Молла интегрального биполярного транзистора.*
43. Варианты диодного включения биполярных транзисторов.
44. Разновидности интегральных биполярных транзисторов.
45. По каким параметрам интегральные биполярные транзисторы уступают дискретным.
46. Чем ограничивается быстродействие ИМС с эпитаксиально-планарной технологией их изготовления.
47. Фрагмент сечения полупроводниковой ИМС на n- канальных МДП транзисторах.
48. Эквивалентная схема интегральной структуры на МДП транзисторах.
49. Определение удельной крутизны МДП транзистора.
50. Методы улучшения параметров МДП транзисторов в ИМС.
51. В какой пропорции изменяются параметры и режимы работы МДП транзисторов в ИМС при их масштабировании.
52. К чему приводит неидеальное масштабирование МДП транзисторов.
53. Критерий короткого канала МДП транзистора.
54. Основные эффекты короткого канала в интегральных МДП транзисторах.
55. *Понятие о комплиментарных МДП структурах.*
56. *Виды изоляции активных элементов ИМС.*
57. *Пассивные элементы ИМС.*
58. *Общие представления о перспективных направлениях микроэлектроники.*

### Б. Вакуумная электроника

#### VI. Электровакуумные приборы

59. Какие виды электронной эмиссии проявляются в электровакуумных приборах.
60. Распределение потенциала в вакуумном диоде, вольтамперная характеристика диода.
61. Закон «трех вторых» для вакуумного диода.
62. Почему участок цепи с вакуумным диодом не подчиняется закону Ома.
63. Определение действующего напряжения и проницаемости вакуумного триода.
64. Внутреннее уравнение вакуумного триода.
65. Динамическая крутизна и коэффициент усиления вакуумного триода.

- 66. *Источники шумов вакуумных электронных приборов.*
- 67. *Устойчивость к радиационному воздействию полупроводниковых и вакуумных электронных приборов.*
- 68. Приоритетные области применения вакуумной электроники.

## **VII. Газоразрядные приборы**

- 69. Почему в газонаполненных электронных приборах электрический разряд формируется в определенной области давления газа.
- 70. *Кривые Пашена для газоразрядных приборов.*
- 71. Какой вид электрического разряда используется в стабилитроне и почему.

## **VIII. Электронно-лучевые приборы**

- 72. Параксиальное приближение при выводе основного уравнения электронной оптики.
- 73. Условие фокусирующего действия электростатической электронной линзы.
- 74. Конструкция простейшей электростатической электронной линзы.
- 75. Траектории электронов в короткой магнитной линзе.
- 76. Пояснить фокусирующее действие короткой магнитной линзы.

## **V. СВЧ электроника**

### **IX. Приборы с кратковременным взаимодействием электронного потока с СВЧ полем**

- 77. Условие для реализации динамического управления электронным потоком.
- 78. Распределение электрического и магнитного полей в тороидальном резонаторе.
- 79. Понятие наведенного тока в СВЧ приборах.
- 80. Пространственно-временная диаграмма группирования электронов в отражательном клистроне.
- 81. Что означает номер зоны генерации колебаний в отражательном клистроне.
- 82. Объяснить механизм электронной перестройки частоты в отражательном клистроне (с помощью пространственно-временной диаграммы).
- 83. Указать обратную связь в отражательном клистроне как генераторе СВЧ колебаний.
- 84. Почему мощность СВЧ колебаний, генерируемых отражательным клистроном уменьшается с увеличением номера зоны генерации.
- 85. На чем основано применение пролетного клистрона в качестве умножителя частоты.

### **X. Приборы с длительным взаимодействием электронного потока с СВЧ полем**

- 86. Условие передачи энергии от электронного пучка СВЧ волне в приборах типа «О».
- 87. Зависимость фазовой скорости СВЧ волны в замедляющей системе от номера пространственной гармоники.
- 88. Пояснить процесс группирования электронов в ЛБВ типа «О».
- 89. Конструкция ЛБВ типа «О».
- 90. Назначение магнитного поля в ЛБВ типа «О».
- 91. Основные рабочие характеристики ЛБВ типа «О».
- 92. *Основные нелинейные эффекты в ЛБВ типа «О». Фазовые искажения сигналов, амплитудно-фазовая конверсия.*
- 93. *Почему в ЛБВ типа «О» используются полые электронные пучки.*
- 94. Виды движения электронов в приборах типа «М».

95. *Принцип группирования электронов в приборах типа «М».*
96. Конструкция многорезонаторного магнетрона.
97. Траектории движения электронов в многорезонаторном магнетроне, парабола критического режима.
98. Чем определяются основные потери энергии в многорезонаторном магнетроне.
99. Колебания  $\pi$ -вида в многорезонаторном магнетроне. Назначение связей.
100. *Конструкция электронной пушки для формирования электронных пучков с большой поперечной энергией. Принцип работы гиротрона.*

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
КАФЕДРА 405

Преподаватель – профессор К. П. Кирдяшев,  
доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Института радиотехники и электроники РАН