

**Методические указания  
к лабораторным работам по курсам  
«Электроника»,  
«Электроника и микроэлектроника»,  
«Электроника и микропроцессорная техника»**

Часть 1. Полупроводниковые приборы

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

*Издание переработанное и дополненное*

Кафедра РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

---

В настоящем пособии объединены методические указания ко всей номенклатуре лабораторных работ по курсам «Электроника», «Электроника и микроэлектроника», «Электроника и микропроцессорная техника», посвященных исследованию полупроводниковых приборов. Программа курса лабораторных работ для студентов различных специальностей определяется преподавателем.

## Оглавление

Справочные данные полупроводниковых диодов.....	4
Справочные данные стабилитронов.....	6
Справочные данные биполярных транзисторов.....	8
Справочные данные полевых транзисторов.....	10
Список литературы .....	11

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ****Д7Б, Д7Ж**

Диоды выпрямительные германиевые сплавные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами.

Среднее прямое напряжение при  $I_{пр}=300$  мА - не более 0,5 В.

Средний обратный ток - не более 100 мкА.

Предельный средний прямой ток – 300 мА.

Предельное постоянное обратное напряжение:

Д7Б – 100 В,

Д7Ж – 400 В.

**Д237А, Д237Б**

Диоды выпрямительные кремниевые диффузионные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами.

Среднее прямое напряжение при  $I_{пр}=300$  мА - не более 1 В.

Средний обратный ток - не более 50 мкА.

Предельный средний прямой ток – 300 мА.

Предельное импульсное обратное напряжение:

Д237А – 200 В,

Д237Б – 400 В.

**Д219А, Д220, Д220А, Д220Б**

Диоды универсальные кремниевые сплавные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами.

Постоянное прямое напряжение при  $I_{пр}=50$  мА, не более:

Д219А – 1 В,

Д220, Д220А, Д220Б – 1,5 В.

Постоянный обратный ток - не более 1 мкА.

Общая ёмкость диода при  $U_{обр}=5$  В – не более 15 пФ.

Предельный постоянный (средний)/импульсный прямой ток – 50 мА/500 мА.

Предельное постоянное (импульсное) обратное напряжение:

Д219, Д220А – 70 В,

Д220 – 50 В,

Д220А, Б – 100 В.

**Д310**

Диод универсальный германиевый диффузионный. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами.

Постоянное прямое напряжение при  $I_{пр}=500$  мА - не более 0,5 В.

Постоянный обратный ток - не более 20 мкА  
 Общая ёмкость диода при  $U_{обр}=20$  В – не более 15 пФ  
 Предельный постоянный /импульсный прямой ток – 500 мА/800 мА  
 Предельное постоянное или импульсное обратное напряжение – 20 В

### Д311, Д311А, Д311Б

Диоды универсальные германиевые мезадиффузионные. Выпускаются в металло-стеклянном корпусе с гибкими выводами.

Постоянное прямое напряжение при  $I_{пр}=10$  мА, не более:

Д311, Д311А – 0,4 В

Д311Б – 1,5 В

Постоянный обратный ток - не более 100 мкА

Общая ёмкость диода при  $U_{обр}=5$  В, не более:

Д311 – 1,5 пФ,

Д311А – 3 пФ,

Д311Б – 2 пФ.

Предельный постоянный (средний) прямой ток:

Д311 – 40 мА,

Д311А – 80 мА,

Д311Б – 20 мА.

Предельное постоянное или импульсное обратное напряжение – 30 В.

### КД105В

Диод выпрямительный кремниевый диффузионный. Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами.

Среднее прямое напряжение при  $I_{пр}=300$  мА - не более 1 В.

Средний обратный ток - не более 100 мкА.

Предельный средний прямой ток – 300 мА.

Предельное импульсное обратное напряжение – 600 В.

Примечания.

1. Указанные параметры даны для температуры 298 – 343 К.
2. Прямое напряжение указывается для предельного прямого тока, обратный ток – для предельного обратного напряжения (если не указано иного).

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ СТАБИЛИТРОНОВ****Д814А, Д814Б**

Стабилитроны общего назначения кремниевые сплавные. Выпускаются в металло-стеклянном корпусе с гибкими выводами.

Номинальное напряжение стабилизации при  $I_{пр}=5$  мА:

Д814А – 8 В,

Д814Б – 9 В.

Разброс напряжения стабилизации при  $I_{пр}=5$  мА:

Д814А – от 7,0 до 8,5 В,

Д814Б – от 8,0 до 9,5 В.

Температурный коэффициент напряжения стабилизации при температуре от 303 до 398 К не более:

Д814А – 0,07 %/К,

Д814Б – 0,08 %/К.

Дифференциальное сопротивление при  $I_{пр}=5$  мА, не более:

Д814А – 6 Ом,

Д814Б – 10 Ом.

Постоянное прямое напряжение при  $I_{пр}=50$  мА - не более 1 В.

Минимальный ток стабилизации – 3 мА.

Максимальный ток стабилизации:

Д814А – 40 мА,

Д814Б – 36 мА.

Предельный постоянный прямой ток – 100 мА.

**КС133А, КС139А, КС147А, КС156А**

Стабилитроны общего назначения кремниевые сплавные. Выпускаются в металло-стеклянном корпусе с гибкими выводами.

Номинальное напряжение стабилизации при  $I_{пр}=10$  мА:

КС133А – 3,3 В,

КС139А – 3,9 В,

КС147А – 4,7 В,

КС156А – 5,6 В.

Разброс напряжения стабилизации при  $I_{пр}=10$  мА:

КС133А – от 3,0 до 4,1 В,

КС139А – от 3,5 до 4,8 В,

КС147А – от 4,0 до 5,6 В,

КС156А – от 4,7 до 6,6 В.

Температурный коэффициент напряжения стабилизации при температуре от 303 до 398 К :

КС133А – не хуже -0,11 %/К,

КС139А – не хуже -0,10 %/К,

КС147А – от -0,09 до 0,01 %/К,

КС156А –  $\pm 0,05$  %/К.

Дифференциальное сопротивление при  $I_{пр}=3$  мА, не более:

КС133А, КС139А – 180 Ом,

КС147А, КС156А – 160 Ом.

Дифференциальное сопротивление при  $I_{пр}=10$  мА, не более:

КС133А – 65 Ом,

КС139А – 60 Ом,

КС147А – 56 Ом,

КС156А – 46 Ом.

Постоянное прямое напряжение при  $I_{пр}=50$  мА - не более 1 В.

Минимальный ток стабилизации – 3 мА.

Максимальный ток стабилизации:

КС133А – 81 мА,

КС139А – 70 мА,

КС147А – 58 мА,

КС156А – 55 мА.

Примечание. Номинальные напряжения стабилизации и их разброс, дифференциальные сопротивления даны для температуры 298 К.

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ****МП26, МП26А**

Транзисторы германиевые сплавные р-п-р универсальные низкочастотные мало-мощные. Предназначены для усиления и переключения сигналов низкой частоты. Выпускаются в металlostеклянном корпусе с гибкими выводами.

Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала:

МП26 – 10 – 25,

МП26А – 20 – 50.

Обратный ток коллектора – не более 75 мкА.

Предельная частота коэффициента передачи тока при  $U_{кб}=35$  В – не менее 250 кГц.

Емкость коллекторного перехода при  $U_{кб}=35$  В – не более 50 пФ.

Предельное постоянное напряжение коллектор-эмиттер – 70 В.

Предельное постоянное напряжение эмиттер-база – 70 В.

Предельный постоянный ток коллектора – 70 мА.

Предельная постоянная рассеиваемая мощность – 200 мВт.

**МП40, МП40А, МП41, МП41А**

Транзисторы германиевые сплавные р-п-р усилительные низкочастотные мало-мощные. Предназначены для усиления сигналов низкой частоты. Выпускаются в металlostеклянном корпусе с гибкими выводами.

Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала:

МП40, МП40А – 20 – 40,

МП41 – 30 -60,

МП41А – 50 – 100.

Обратный ток коллектора при  $U_{кб}=5$  В – не более 15 мкА.

Предельная частота коэффициента передачи тока при  $U_{кб}=5$  В – не менее 1 МГц.

Емкость коллекторного перехода при  $U_{кб}=5$  В – не более 60 пФ.

Предельное постоянное напряжение коллектор-эмиттер:

МП40, МП41, МП41А – 15 В,

МП40А – 30 В.

Предельное постоянное напряжение эмиттер-база – 10 В.

Предельный постоянный ток коллектора – 30 мА.

Предельная постоянная рассеиваемая мощность – 150 мВт.

**МП42, МП42А, МП42Б**

Транзисторы германиевые сплавные р-п-р переключательные низкочастотные мало-мощные. Предназначены для применения в схемах переключения. Выпускаются в металlostеклянном корпусе с гибкими выводами.

Статический коэффициент передачи тока в схеме ОЭ:

МП42 – 20 – 35,

МП42А – 30 -50,

МП42Б – 45 – 100.

Обратный ток коллектора при  $U_{кз}=15$  В – не более 25 мкА.



Предельная частота коэффициента передачи тока при  $U_{кб}=5$  В – не менее 1 МГц.  
 Емкость коллекторного перехода при  $U_{кб}=5$  В – не более 60 пФ.  
 Предельное постоянное напряжение коллектор-эмиттер – 15 В.  
 Предельное постоянное напряжение эмиттер-база – 10 В.  
 Предельный импульсный ток коллектора – 200 мА.  
 Предельная постоянная рассеиваемая мощность – 200 мВт.

### **КТ203Б, КТ 203БМ**

Транзисторы кремниевые эпитаксиально-планарные р-п-р усилительные маломощные. Предназначены для применения в усилителях и импульсных устройствах. Выпускаются в металlostеклянном (КТ203Б) и пластмассовом (КТ203БМ) корпусе с гибкими выводами.

Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала – 30 – 150.  
 Обратный ток коллектора при  $U_{кб}=5$  В – не более 1 мкА.  
 Предельная частота коэффициента передачи тока в схеме ОБ при  $U_{кб}=5$  В – не менее 5 МГц.  
 Емкость коллекторного перехода при  $U_{кб}=5$  В – не более 10 пФ.  
 Предельное постоянное напряжение коллектор-эмиттер – 30 В.  
 Предельное постоянное напряжение эмиттер-база – 15 В.  
 Предельный постоянный ток коллектора – 10 мА.  
 Предельная постоянная рассеиваемая мощность – 150 мВт.

### **КТ501М**

Транзисторы кремниевые эпитаксиально-планарные р-п-р усилительные низкочастотные маломощные. Предназначены для применения в усилителях и импульсных устройствах. Выпускаются в металlostеклянном корпусе с гибкими выводами.

Статический коэффициент передачи тока в схеме ОЭ – 40 – 120.  
 Обратный ток коллектора при  $U_{кб}=5$  В – не более 1 мкА.  
 Предельная частота коэффициента передачи тока в схеме ОБ при  $U_{кб}=5$  В – не менее 5 МГц.  
 Емкость коллекторного перехода при  $U_{кб}=5$  В – не более 50 пФ.  
 Предельное постоянное напряжение коллектор-эмиттер – 60 В.  
 Предельное постоянное напряжение эмиттер-база – 20 В.  
 Предельный постоянный ток коллектора – 300 мА.  
 Предельная постоянная рассеиваемая мощность – 350 мВт.

Примечание. Указанные параметры даны для температуры 298 К.

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ****КП302АМ**

Транзисторы кремниевые планарные полевые с затвором на основе р-п-перехода с каналом n-типа. Предназначены для применения в широкополосных усилителях и переключающих устройствах. Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами.

Крутизна характеристики при  $U_{си}=7\text{ В}$ ,  $U_{зи}=0\text{ В}$  - не менее  $5\text{ мА/В}$ .

Начальный ток стока при  $U_{зи}=0\text{ В}$  -  $3 - 24\text{ мА}$ .

Напряжение отсечки при  $U_{си}=7\text{ В}$  - не более  $5\text{ В}$ .

Входная ёмкость при  $U_{си}=10\text{ В}$ ,  $I_c=3\text{ мА}$  - не более  $20\text{ пФ}$ .

Проходная ёмкость при  $U_{си}=10\text{ В}$ ,  $I_c=3\text{ мА}$  - не более  $8\text{ пФ}$ .

Предельное напряжение затвор-исток -  $10\text{ В}$ .

Предельное напряжение сток-исток -  $20\text{ В}$ .

Предельный постоянный ток стока -  $24\text{ мА}$ .

Предельная постоянная рассеиваемая мощность -  $300\text{ мВт}$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайсбурд Ф. И., Панаев Г. А., Савельев Б. Н. - Электронные приборы и усилители. Изд. 4-е – М.: КомКнига, 2007 г. – 474 с.
2. Лачин В.И., Савелов Н.С. Электроника: Учебное пособие. - 7-е изд.– Ростов-н/Д.: Изд-во «Феникс», 2007 г. – 703 с.: ил.
3. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы : Учеб. пособие для вузов / Пасынков В. В., Чиркин Л. К. - 8-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2006 г. - 478 с. : ил.
4. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2006 г. - 521 с.: ил.
5. Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций.- 6-е изд. – СПб.: КОРОНА принт, 2009 г.- 416 с., ил.
6. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004 г. - 488 с.: ил.
7. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: Учебное пособие для вузов/ Ю.А. Бобровский, С.А. Корнилов, И.А. Кратиров и др.; Под ред. проф. Н.Д.Федорова. – М.: Радио и связь, 2002 г. – 559 с.: ил.