УПИ – УГТУ

**Кафедра радиоприёмные устройства.**

# Контрольная работа № 1

**по дисциплине: “ Элементная база радиоэлектронной аппаратуры “.**

Вариант № 17

Шифр:

Ф.И.О

Заочный факультет

Радиотехника

Курс: 3

**Краткая словесная характеристика диода.**

Диод кремниевый эпитаксиально- планарный.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Диоды маркируются цветным кодом: одной широкой и одной узкой полосами зелёного цвета со стороны вывода катода.

Масса диода не более 0,15 г.

**Паспортные параметры.**

**Электрические параметры:**

Постоянное прямое напряжение при не **Iпр= 200 мА** более:

при 298 и 398 К …………………………………………………………….. 1,1 В

при 213 К …………………………………………………………………… 1,5 В

Постоянный обратный ток при **Uпр= 50 В**, не более:

при 298 и 213 К ……………………………………………………………. 5 мкА

при 398 К …………………………………………………………………… 150 мкА

Заряд переключения при **Iпр= 50 мА, Uобр,и= 10 В,** не более ………………. 400 пКл

Общая ёмкость диода при **Uобр= 0 В,** не более ………………………………… 4 пФ

Время обратного восстановления при **Iпр= 50 мА, Uобр,и= 10 В,**

**Iотсч= 2 мА** не более ……………………………………………………………… 4 нс

**Предельные эксплуатационные данные:**

Постоянное, импульсное обратное напряжение (любой формы и

периодичности) ……………………………………………………………………… 50 В

Импульсное обратное напряжение при длительности импульса (на уровне 50 В)

не более 2 мкс и скважности не менее 10 ………………………………………… 70 В

Постоянный или средний прямой ток:

при температуре от 213 до 323 К ………………………………………… 200 мА

при 393 К ………………………………………………………………….. 100 мА

Импульсной прямой ток при **τи ≤ 10 мкс** (без превышения среднего прямого тока):

при температуре от 213 до 323 К ………………………………………… 1500 мА

при 393 К ………………………………………………………………….. 500 мА

Температура перехода ……………………………………………………………… 423 К

Температура окружающей среды ………………………………………………….От 213 до

393 К

**Семейство вольтамперных характеристик:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Iпр,мА** |  |  |  |  |  |  |  |
| 200  393К |  |  |  |  |  |  |  |
| 160 |  |  |  |  |  |  |  |
| 120  298К |  |  |  |  |  |  |  |
| 80  213К |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | **Uпр,В** |  |

**Расчёты и графики зависимостей:**

1. сопротивление постоянному току **R=** и переменному току (малый сигнал) **r~** от прямого и обратного напряжения для комнатной температуры **298 К**.

Зависимость тока от прямого напряжения:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Iпр,мА** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200  **I8** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 180 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 160 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 140 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20  **I1** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7  **U1** | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1  **U8** | **Uпр,В** |

**I1 = 10 мА, U1 = 0,63 В, R1 = U1  / I1 = 0,63 / 10 мА = 63 Ом**

**I2 = 20 мА, U2 = 0,73 В, R2 = U2  / I2 = 0,73 / 20 мА = 36,5 Ом**

**I3 = 40 мА, U3 = 0,81 В, R3 = U3  / I3 = 0,81 / 40 мА = 20,3 Ом**

**I4 = 60 мА, U4 = 0,86 В, R4 = U4  / I4 = 0,86 / 60 мА = 14,3 Ом**

**I5 = 80 мА, U5 = 0,90 В, R5 = U5  / I5 = 0,90 / 80 мА = 11,3 Ом**

**I6 = 120 мА, U6 = 0,97 В, R6 = U6  / I6 = 0,97 / 120 мА = 8,03 Ом**

**I7 = 160 мА, U7 = 1,03 В, R7 = U7  / I7 = 1,03 / 160 мА = 6,4 Ом**

**I8 = 200 мА, U8 = 1,10 В, R8 = U8  / I8 = 1,10 / 200 мА = 5,5 Ом**

**ΔI1 = 10 мА, ΔU1 = 0,10 В, r1  = ΔU1 / ΔI1 = 0,10 / 10 мА = 10 Ом**

**ΔI2 = 20 мА, ΔU2 = 0,08 В, r2  = ΔU2 / ΔI2 = 0,08 / 20 мА = 4 Ом**

**ΔI3 = 20 мА, ΔU3 = 0,05 В, r3  = ΔU3 / ΔI3 = 0,05 / 20 мА = 2,5 Ом**

**ΔI4 = 20 мА, ΔU4 = 0,04 В, r4  = ΔU4 / ΔI4 = 0,04 / 20 мА = 2 Ом**

**ΔI5 = 40 мА, ΔU5 = 0,07 В, r5  = ΔU5 / ΔI5 = 0,07 / 40 мА = 1,7 Ом**

**ΔI6 = 40 мА, ΔU6 = 0,06 В, r6  = ΔU6 / ΔI6 = 0,06 / 40 мА = 1,5 Ом**

**ΔI7 = 40 мА, ΔU7 = 0,07 В, r7  = ΔU7 / ΔI7 = 0,07 / 40 мА = 1,7 Ом**

Зависимость сопротивления постоянному току **R=** от прямого напряжения **Uпр**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **R=,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 70  **R1** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10  **R8** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7  **U1** | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1  **U8** | **Uпр,В** |

Зависимость сопротивления переменному току **r~** от прямого напряжения **Uпр**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **r~,Ом** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7  **U1** | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1  **U7** | **Uпр,В** |

Зависимость тока **Iобр** от обратного напряжения **Uобр**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Iобр,мкА** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5,0  **I7** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,5  **I1** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40  **U1** | 45 | 50  **U7** | **Uоб,В** |

**I1 = 0,25 мкА, U1 = 37 В, R1 = U1  / I1 = 37 / 0,25 мкА = 148 МОм**

**I2 = 0,50 мкА, U2 = 40 В, R2 = U2  / I2 = 40 / 0,50 мкА = 80 МОм**

**I3 = 1,00 мкА, U3 = 42 В, R3 = U3  / I3 = 42 / 1,00 мкА = 42 МОм**

**I4 = 2,00 мкА, U4 = 44 В, R4 = U4  / I4 = 44 / 2,00 мкА = 22 МОм**

**I5 = 3,00 мкА, U5 = 46 В, R5 = U5  / I5 = 46 / 3,00 мкА = 15,3 МОм**

**I6 = 4,00 мкА, U6 = 48 В, R6 = U6  / I6 = 48 / 4,00 мкА = 12 МОм**

**I7 = 5,00 мкА, U7 = 50 В, R7 = U7  / I7  = 50 / 5,00 мкА = 10 МОм**

**ΔI1 = 0,25 мкА, ΔU1 = 3 В, r1  = ΔU1 / ΔI1 = 3 / 0,25 мкА = 12 МОм**

**ΔI2 = 0,50 мкА, ΔU2 = 2 В, r2  = ΔU2 / ΔI2  = 2 / 0,50 мкА = 4 МОм**

**ΔI3 = 1,00 мкА, ΔU3 = 2 В, r3  = ΔU3 / ΔI3 = 2 / 1,00 мкА = 2 МОм**

**ΔI4 = 1,00 мкА, ΔU4 = 2 В, r4  = ΔU4 / ΔI4 = 2 / 1,00 мкА = 2 МОм**

**ΔI5 = 1,00 мкА, ΔU5 = 2 В, r5  = ΔU5 / ΔI5 = 2 / 1,00 мкА = 2 МОм**

**ΔI6 = 1,00 мкА, ΔU6 = 2 В, r6  = ΔU6 / ΔI6 = 2 / 1,00 мкА = 2 МОм**

Зависимость сопротивления постоянному току **R=** от обратного напряжения **Uобр**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **R=, МОм** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 160 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 140 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40  **U1** | 45 | 50  **U7** | **Uоб,В** |

Зависимость сопротивления переменному току **r~** от обратного напряжения **Uобр**:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **r~, МОм** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40  **U1** | 45 | 50  **U7** | **Uоб,В** |

1. График зависимости ёмкость **Собр** от обратного напряжения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Сд,**  **пФ** |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | **UобрВ** |

**Определение величин температурных коэффициентов.**

Определим графически из семейства вольтамперных характеристик величины температурных коэффициентов **ТКUпр** и  **ТКIобр**.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Iпр,мА** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200 |  |
| 160  298К |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80  213К |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2  **U1** | 1,4 | 1,6  **U2** | **Uпр,В** |

**I = 200 мА, U1= 1,5 B, U2= 1,1 B, T1= 298 K, T2= 213 K**



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Iобр,мкА** |  |  |  |  |  |  |  |
| 150  **I2** |  |  |
| 125  398К |  |  |  |  |  | |  |
| 100 |  |  |  |  |  | |  |
| 75  298К |  |  |  |  |  | |  |
| 50 |  |  |  |  |  | |  |
| 25  **I1** |  |  |  |  |  | |  |
| 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50  **U** | 60 | **UобрВ** |

**U = 50 B, I1= 5 мкА, I2= 150 мкА, Т1= 298 К, Т2= 398 К**

**Определение сопротивления базы.**



Величина сопротивления базы **rб** оценивается по наклону прямой ветви ВАХ при больших токах (Т=298К):

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Iпр,мА** |  |  |  |  |  |  |  |
| 500  **I2** |  |  |  |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  |  |  |  | |
| 300  **U1** |  |  |  |  |  |  |  |
| 200  **U2**  **I1** |  |  |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |  | |
| 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | **Uпр,В** |

Тепловой потенциал:



По вольтамперной характеристике определяем:

**U1 = 1,1 В, U2 = 1,2 В,**

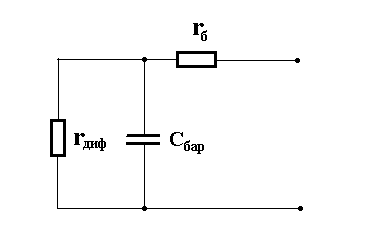
**I1 = 200 мА, I2 = 500 мА**



**Малосигнальная высокочастотная схема диода**

**и величины её элементов.**

Малосигнальная высокочастотная схема диода при обратном смещении:



Величины элементов схемы при **Uобр = 5 В** :



**Библиографический список.**

1. “Электронные приборы: учебник для вузов” Дулин В.Н., Аваев Н.А., Демин В.П. под ред. Шишкина Г.Г. ; Энергоатомиздат, 1989 г..
2. Батушев В.А. “ Электронные приборы: учебник для вузов”; М.: Высш.шк., 1980г.
3. Справочник “ Полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы”; М.: Энергоатомиздат, 1987г..
4. “ Исследование характеристик и параметров полупроводниковых приборов” методические указания к лабораторной работе по курсу “ Электронные приборы”; Свердловск, 1989г..