

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Фізичний факультет  
Кафедра прикладної фізики

Феделеш В.І. Небола І.І.

***”Фізика напівпровідникових приладів”***

***Тестові завдання***

Ужгород 2021 рік

Феделеш В.І., Небола І.І. **”Фізика напівпровідникових приладів”**(тестові завдання )  
– Ужгород: УжНУ, 2021 –27 с.

Навчальний посібник для \_студентів спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали фізичного факультету Ужгородського національного університету, повинен сприяти покращенню організації навчального процесу, забезпеченню умов оптимального оволодіння навчальною дисципліною, фахової підготовки студентів, організації самостійної роботи та якісного засвоєнню програмового матеріалу.

Рецензенти: Рубіш В.М.- професор кафедри електронних систем УжНУ, доктор фізико-математичних наук;Юркін І.М..- доцент кафедри електронних систем УжНУ, канд. фізико-математичних наук

**Зміст**

<b>Тест 1</b> .....	4
<b>Тест 2</b> .....	5
<b>Тест 3</b> .....	8
<b>Тест 4</b> .....	9
<b>Тест 5</b> .....	11
<b>Тест 6</b> .....	13
<b>Тест 7</b> .....	15
<b>Тест 8</b> .....	17
<b>Тест 9</b> .....	19
<b>Тест 10</b> .....	21
<b>Ключ правильних відповідей:</b> .....	24
<b>Література</b> .....	26

### Тест 1

1. Яким виразом описується зворотній струм термогенерації носіїв заряду в ОПЗ p<sup>+</sup>-n переходу

$$\text{а) } I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} \delta(U) = I_{RG_0} \left(1 - \frac{U}{\phi_k}\right)^n \quad \text{б) } I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} = I_{RG_0} \left(1 - \frac{U}{\phi}\right)^n$$

2. Як напрямлене внутрішнє дифузійне поле при прямому зміщенні p-n переходу?

а) паралельно напрямку зовнішнього електричного поля; б) антипаралельно напрямку зовнішнього електричного поля.

3. Яка величина струму насичення кремнієвих діодів?

а) одиниці мкА; б) десятки мкА; в) сотні мкА

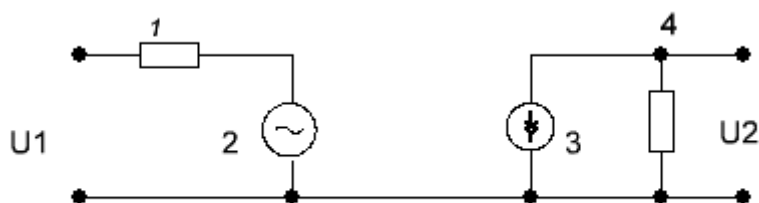
4. Як змінюється величина потенціального бар'єру p-n переходу при переході від Ge до Si?

а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.

5. Активний (підсилювальний) режим відповідає значенням напруг на p-n переходах:

а) ( $U_E > 0, U_K < 0$ ), б) ( $U_E > 0, U_K > 0$ ); в) ( $U_K < 0, U_E < 0$ )

6. Для яких малосигнальних параметрів вірна схема, що наведена на рис.?



а) h-параметрів; б) Z- параметрів д) Y параметрів

7. Чому рівний коефіцієнт зв'язку по напрузі транзистора?

$$\text{а) } \mu_{EK} = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r}{2qN\delta} \frac{\varphi_T}{w\sqrt{U_K}}}; \text{ б) } \mu_{EK} = -\sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r}{2qN\delta} \frac{\varphi_T}{w\sqrt{U_K}}}; \text{ в) } \mu_{EK} = -\sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r}{2qN\delta} \frac{\varphi_K}{w\sqrt{U_K}}}$$

8. Які відомі типи польових транзисторів МДН-структури:

а) з індукованим каналом; б) з заготовленим каналом; в) з індукованим та з заготовленим каналом.

9. Яка умова режиму слабкої інверсії МДН-структури?

а)  $p(0)=n(0)=n_i$ ;      б)  $p(0)=n(0)=n_0$ ;      в)  $p(0)=n(0)=n$

10. Яким рівнянням описується ВАХ польового транзистора МДН-структури?

а)  $I_c(U_c) = (U_3 - U_{пор})^2 + \frac{U_c - U_{cзр}}{r_c}$ ;      б)  $I_c(U_c) = \frac{b}{2}(U_3 - U_{пор})^2 + \frac{U_c - U_{cзр}}{r_c}$

11. Який критичний заряд приводить до вмикання тиристора

а)  $\Delta U_{а\text{вкл. min}} C = Q_{кр}$ ; б)  $I_{уст} \tau_{вкл.} = Q_{кр}$       в)  $\Delta U_{а\text{вкл. min}} C \tau_{вкл.} = Q_{кр}$

12. Яка структура тиристора?

а) p-n-p-n;      б) p<sup>+</sup>-n-p-n<sup>+</sup>      в) n-n<sup>+</sup>-p<sup>+</sup>-p

13. В яких режимах можуть працювати фотодіоди?

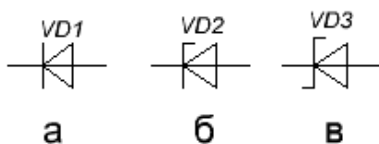
а) фотогальванічному і фотодіодному; б) тільки фотодіодному; в) тільки фотогальванічному.

14. Чим визначається частотні властивості p<sup>+</sup>-n переходів?

а)  $\tau_n$ ;      б)  $\tau_p$       в)  $\tau_n + \tau_p$

15. Яке УГП діода

Шоткі?



а) а;      б) б;      в) б.

### Тест 2

1. Яким виразом описується зворотній струм термогенерації носіїв заряду в ОПЗ p<sup>+</sup>-n переходу

а)  $I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} \delta(U) = I_{RG_0} \left(1 - \frac{U}{\phi_k}\right)^n$       б)  $I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} = I_{RG_0} \left(1 - \frac{U}{\phi}\right)^n$

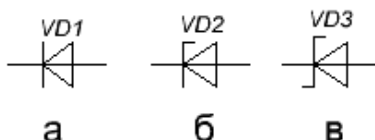
2. Як напрямлене внутрішнє дифузійне поле при зворотному зміщенні р-п переходу?

а) антипаралельно напрямку зовнішнього електричного поля; б) паралельно напрямку зовнішнього електричного поля.

3. Яка величина контактної різниці потенціалів германієвих р-п переходів?

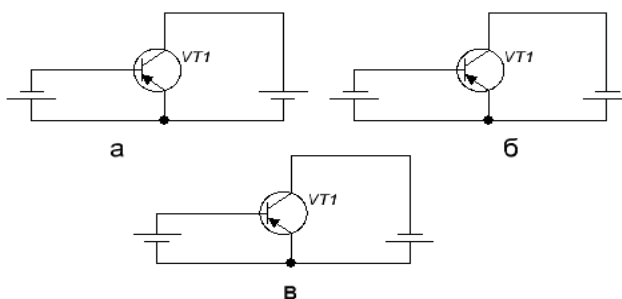
а) (0.1-0.2)В; б) (0.2-0.4)В; в) (0.4-0.6)В.

4. Яке УГП випрямного діода?



а) б; б) а; в) в.

5. На якій схемі р-п-р транзистор увімкнений в режим насичення?



а) в; б) а; в) а

6. Яка величина струму  $I_{K0}$  малопотужного транзистора, увімкненого по схемі СЕ:

а) одиниці мкА; б) десятки мкА; в) сотні мкА

7. Яка величина коефіцієнта підсилення по напрузі малопотужних БТ, увімкнених по схемі СК ?

а) 100; б) 1-10; в) 1.

8. В області насичення (активна область роботи транзистора) при  $U_c > U_{csp}$  струм стоку польового транзистора з р-п переходом:

$$а) I_c = I_{csp} - \frac{1}{3} \frac{U_{np}}{r_{окан}} \left( 1 - \frac{U_3}{U_{np}} \right)^2 \quad б) I_c = -\frac{1}{3} \frac{U_{np}}{r_{окан}} \left( 1 - \frac{U_3}{U_{np}} \right)^2 .$$

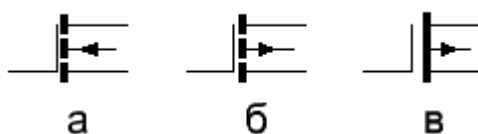
9. Який принцип керування польових транзисторів?

а) струмом через опір; б) напругою через ємність.

10. Яка повинна бути полярність напруги затворі польового транзистора МДН-структури, щоб утворився провідний канал n-типу?

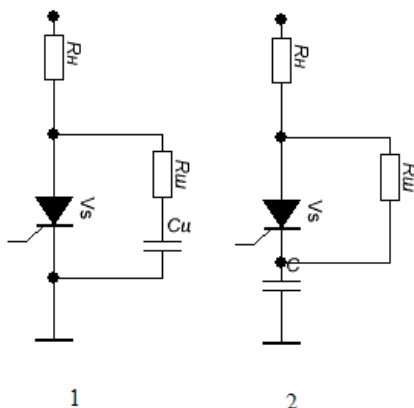
а)  $U_3 > 0$ ;                      б)  $U_3 < 0$ ;                      в)  $U_3 \geq 0$ .

11. Яке УГП польового транзистора МДН-структури з індукованим каналом р-типу?



а)б;                      б)а;                      в)в.

12. Яку схему захисту тиристора від ефекту  $\frac{dU}{dt}$  слід використовувати



а)1;                      б)2.

13. Зворотню вітку ВАХ р-n переходу в області лавинного пробивання наближено можна описати

а)  $M = \frac{I}{1 - (U/U_{np})^n}$                       б)  $M = \frac{I}{1 - (U/U_{np})^n}$                       в)  $M = \frac{\varphi}{\varphi - (U/U_{np})^n}$

а)б;                      б)а;                      в)в.

14. Який внутрішній зв'язок приводить до вмикання тиристорної структури?

а) ДЗВЗ;                      б) ВЗВЗ.

15. З яких шарів складається структура симістора?

а)  $p_1-n_1-p_2-n_2$ ;                      б)  $p_2-n_1-p_1-n_2$ ;                      в)  $n_1-p_1-n_2-p_2-n$

## Тест 3

1. Яким виразом описується контактна різниця потенціалів:

$$\text{а) } \varphi_k = \frac{kT}{q} \ln \frac{p_{po} n_{no}}{n_i^2}; \quad \text{б) } \varphi_k = \frac{kT}{q} \ln \frac{p n}{n_i^2}$$

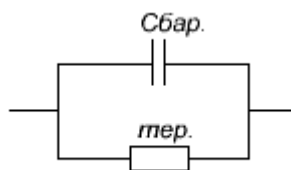
2. Яким виразом описується умова електронейтральності для р-області р-п переходу?

$$\text{а) } p_{no} - n_{no} + N_D = 0 \quad \text{б) } p_{po} - n_{po} - N_A = 0;$$

3. Як змінюється величина потенціального бар'єру р-п переходу при збільшенні температури?

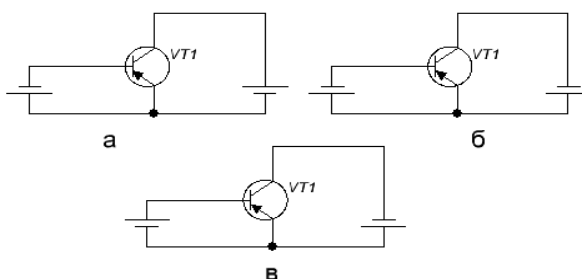
а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.

4. Для яких частот вірна спрощена еквівалентна схема варикапа?



а) ВЧ; б) НЧ; в) СЧ.

5. На якій схемі р-п-р транзистор увімкнений в режим відсікання?



а).а; б).б; в).в.

6. Який коефіцієнт передачі струму емітера?

а)  $\alpha$ ; б)  $\beta$ ; в)  $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ .

7. Яка величина коефіцієнта підсилення по напрузі малопотужних БТ, увімкнених по схемі СЕ?

а) одиниці; б) десятки; в) сотні.



8. Яким рівнянням описується струм стоку в області насичення вихідних ВАХ польового транзистора з р-п переходом :

$$\text{а) } I_c = I_{c\max} \left( 1 - \frac{U_3}{U_{np}} \right)^2 \quad \text{б) } I_c = I_{c\max} \left( 1 - \frac{U_3}{U_{np}} \right)^2 + \frac{U_c - U_{cзр}}{r_c}.$$

9. Який польовий транзистор є нормально закритим?

а) з індукованим каналом; б) з заготовленим каналом

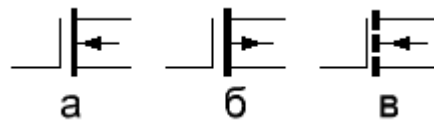
10. Чому рівний поверневий потенціал в режимі слабкої інверсії МДН-структури?

$$\text{а) } \varphi_S = \varphi_T \ln \left( \frac{N_A}{p} \right) \quad \text{б) } \varphi_S = \varphi_T \ln \left( \frac{N_A}{n_i} \right) \quad \text{в) } \varphi_S = 2\varphi_T \ln \left( \frac{N_A}{n_i} \right).$$

11. Як залежить крутість сток-затворної характеристики від струму стоку польового транзистора МДН-структури:

$$\text{а) } S = \sqrt{5bI_c} \quad \text{б) } S = \sqrt{2bI_c} \quad \text{в) } S = 5\sqrt{2bI_c}.$$

12. Яке УГП польового транзистора МДН-структури з заготовленим каналом п-типу?



а)а; б)б; в)в.

13. Які напівпровідники використовуються для виготовлення тунельних діодів?

а) власні; б) вироджені; в) невироджені.

14. Який елемент в позначенні КД422А, вказує на тип приладу?

а) перший; б) другий; в) четвертий.

15. Який струм є струмом управління тиристорною структурою?

$$\text{а) } I_{Б2} = I_k(1 + \beta_n \beta_p) \quad \text{б) } I_{Б2} = I_y(1 + \beta_n \beta_p) \quad \text{в) } I_{Б2} = I_{\sigma 1}(1 + \beta_n \beta_p).$$

#### Тест 4

1. Яким виразом описується температурний потенціал?

$$\text{а) } \varphi_T = \frac{D_p}{\mu_p}; \quad \text{б) } \varphi_T = \frac{D_n}{\mu_n} \quad \text{в) } \varphi_T = \frac{kT}{q}$$

2. Які умови називаються граничними умовами для неосновних носіїв для n-області p-n переходу?

$$\text{а) } p_{n1} = p_{no} \exp(U/\varphi_T); n_{p1} = n_{po} \exp(U/\varphi_T) \quad \text{б) } p_{n1} = p_{no} \ln(U/\varphi_T); n_{p1} = n_{po} \ln(U/\varphi_T)$$

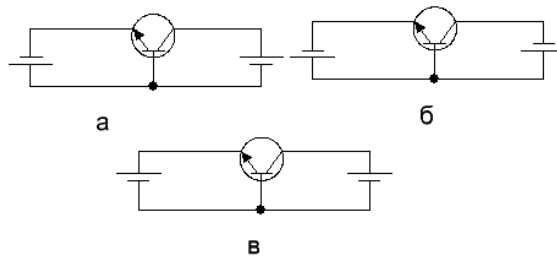
3. Як змінюється величина потенціального бар'єру p-n переходу при збільшенні температури?

а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.

4. Яким чином описується несиметричний p-n перехід?

$$\text{а) } n_{n0} = p_{p0} \quad \text{б) } n_{n0} \approx p_{p0}; \quad \text{в) } n_{n0} \ll p_{p0}.$$

5. На якій схемі n-p-n транзистор увімкнений в активний режим?



а).а;                      б).б;                      в).в.

6. Який коефіцієнт передачі струму бази?

$$\text{а) } \alpha; \quad \text{б) } \beta; \quad \text{в) } \frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

7. Яка повинна бути полярність напруги затворі польового транзистора МДН-структури з заготовленим каналом n-типу, щоб зменшився струм стоку?

$$\text{а) } U_3 > 0; \quad \text{б) } U_3 < 0; \quad \text{в) } U_3 \geq 0.$$

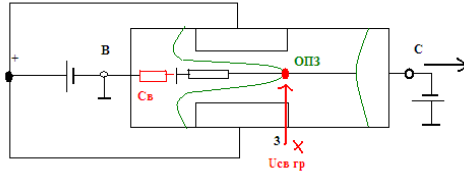
8. Яка умова режиму сильної інверсії МДН-структури зіндукованим n-каналом?

$$\text{а) } n(0) = n_0; \quad \text{б) } p(0) = n_0; \quad \text{в) } n(0) = p_{p0}.$$

9. Яким рівнянням описується передавальна характеристика при малих значеннях  $U_c$  польового транзистора МДН-структури?

а)  $I_c = bU_c(U_3 - U_{пор});$       б)  $I_c = b(U_3 - U_{пор}).$

10. Який струм стоку ПТУП в т.х(див.рис.)?



а)  $I_{c гр} = U_{св гр} / r_{кан}$       б)  $I_{c гр} = U_{св гр} / r_{кан}$  в)  $I_{c гр} = U_{св гр} / r_c$

11. В підсилювальному режимі транзистори з р-п переходом характеризуються малосигнальними параметром- крутизною:

а)  $S = -\frac{2I_{c max}}{U_{np}} \left(1 - \frac{U_3}{U_{np}}\right) = -\frac{2}{3} r_{окан} \left(1 - \frac{U_3}{U_{np}}\right)$       б)  $S = -\frac{2I_{c max}}{U_{np}} \left(1 - \frac{U_3}{U_{np}}\right) = \left(1 - \frac{U_3}{U_{np}}\right)$

а).а;      б).б;

12. Який загальний струм колектора р-п-р транзистора з СБ:

а)  $I_K = \alpha I_E - I_{KO} [\exp(U_K / \varphi_T) - 1],$       б)  $I_K = -I_{KO} [\exp(U_K / \varphi_T) - 1]$

а).а;      б).б;

13. Скільки елементів містить буквенно-цифрове позначення діодів?

а) один;      б) два;      в) більше.

14. Яка умова, використовується для розрахунку RC-ділянки, захисту тиристора від ефекта  $\frac{dU}{dt}$  ?

а)  $(R + R_H)C_{ш} \geq \frac{0.632E}{\left(\frac{dU_a}{dt}\right)_{кр.}}$ ;      б)  $(R + R_H)C_{ш} \ll \frac{0.632E}{\left(\frac{dU_a}{dt}\right)_{кр.}}$

15.3 яких шарів складається структура тиристора-діода?

а)  $n_1-p_1-p_2-n_2$ ;      б)  $p_1-n_1-p_2-n_2$ ;      в)  $n_2-p_1-p_2-p_1$ ;

### Тест 5

1. Яким виразом описується густина струму електронів, інжекттованих в р-область р-п переходу, для координати  $x = -\delta_n$  :

а)  $J_n(-0) = \frac{qD_n n_{po}}{L_n} [\exp(U/\varphi_T) - 1];$       б)  $J_n(-0) = \frac{qD_n p_{po}}{L_n} [\ln(U/\varphi_T) - 1]$



$$\text{а) } d = \left(1 - \sqrt{U_3/U_{np}}\right) \quad \text{б) } d = d_0 \left(1 - \sqrt{U_3/U_{np}}\right)$$

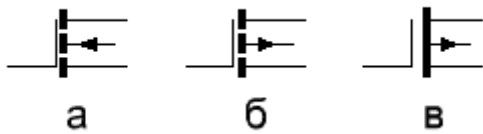
10. Який польовий транзистор є нормально відкритим?

а) з індукованим каналом;      б) з заготовленим каналом

11. Вказати значення порогової напруги МДН-структури (при умові, що  $Q_n=0$ ):

$$\text{а) } U_{пор} = \varphi_s + (Q_{нов} + Q_{онз})/C_3 \cdot \quad \text{б) } U_{пор} = \varphi_T + (Q_{нов} + Q_{онз})/C_3 \cdot$$

12. Яке УГП польового транзистора МДН-структури з індукованим каналом n-типу?



а)б;                                      б)а;                                      в)в.

13. Який елемент в позначенні КС133А, вказує на матеріал, з якого виготовлений прилад?

а) перший;      б) другий;                                      в) четвертий.

14. Яким виразом описується тривалість етапу фізичної затримки вмикання тиристора на малі анодні струми?

$$\text{а) } t_{\phi 3} = \tau \ln \frac{I_y - I_2}{I_y - I_2 - \frac{I_1}{\beta_2}} \quad \text{б) } t_{\phi 3} = \tau_{B2} \ln \frac{I_y - I_2}{I_y - I_2 - \frac{I_1}{\beta_2}}$$

15. З яких етапів складається перехідний процес вмикання тиристора на малі анодні струми (навантаження – активне)?

а) фізичної затримки;                                      б) фізичної затримки      в) Регенерації.  
Регенерації;    Регенерації;  
Установлення.

### Тест 6

1. Яким виразом описується повна густина струму через p-n перехід?

$$\text{а) } \vec{J} = \vec{J}_n + \vec{J}_p \quad \text{б) } \vec{J} = q\sigma\vec{E}, \quad \text{в) } J = J_n + J_p$$

2. Яким виразом описується товщина р-n переходу :

$$\text{а) } \delta = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0(\varphi_k - U)}{N^*}}; \text{ б) } \delta = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0(\varphi_k - U)}{qN^*}} \quad \text{в) } \delta = \sqrt{\frac{\varepsilon_0(\varphi_k - U)}{2qN^*}}$$

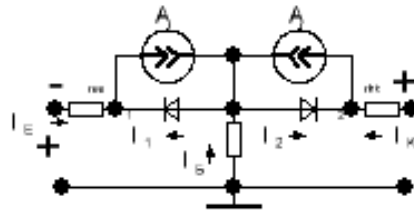
3. Як змінюється пробивна напруга при тунельному пробиванні р-n переходу?

а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.

4. Яким чином описується симетричний р-n перехід?

а)  $n_{n0} = p_{p0}$  б)  $n_{n0} \gg p_{p0}$ ; в)  $n_{n0} \ll p_{p0}$ .

5. Для якого сигналу справедлива еквівалентна схема, що наведена на рис 1?



а) малого; б) великого; в) змінного.

6. Яким виразом описується струм  $I_E$  (див. рис 1)?

а)  $I_E = I_1 - \alpha_i I_2$  б)  $I_E = I_1 - \beta_i I_2$  в)  $I_E = I_1 + \alpha_i I_2$ .

7. Яким виразом описується струм  $I_K$  (див. рис 1)?

а)  $I_K = I_1 - \alpha_i I_2$  б)  $I_K = I_1 - \beta_i I_2$  в)  $I_K = \alpha_N I_1 - I_2$ .

8. Яким виразом описується інверсний коефіцієнт передачі струму емітера?

а)  $\alpha_i = \gamma_i \chi_i$ ; б)  $\gamma_i = \alpha_i \chi_i$ ; в)  $\chi_i = \gamma_i \alpha_i$ .

9. Яка величина інверсного коефіцієнта перенесення сплавних БТ ?

а) 10-50 б) 0.9-1.9; в) 0.3-0.8.

10. Яким рівнянням описується ВАХ польового транзистора з р-n переходом в лінійній області

$$\text{а) } I_c = \left( \frac{\rho L}{ad_o} \right)^{-1} \left[ U_c - \frac{2(U_3 + U_c)^{-3/2} - (U_3)^{3/2}}{(U_{np})^{1/2}} \right] \quad \text{б) } I_c = \left( \frac{\rho L}{ad_o} \right)^{-1} \left[ -\frac{2(U_3 + U_c)^{-3/2} - (U_3)^{3/2}}{(U_{np})^{1/2}} \right]$$

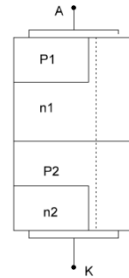
11. Яка повинна бути полярність напруги затворі польового транзистора МДН-структури з заготовленим каналом р-типу, щоб зменшився струм стоку?

- а)  $U_3 > 0$ ;                      б)  $U_3 < 0$ ;                      в)  $U_3 \geq 0$ .

12. Чому рівний поверневий потенціал в режимі сильної інверсії МДН-структури?

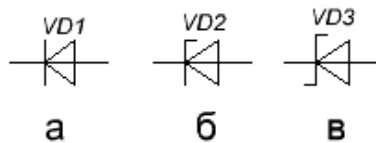
- а)  $\varphi_S = \varphi_T \ln \left( \frac{N_A}{n_i} \right)$ ;    б)  $\varphi_S = 2\varphi_T \ln \left( \frac{N_A}{n_i} \right)$ ;    в)  $\varphi_S = 1.5\varphi_T \ln \left( \frac{N_A}{n_i} \right)$ .

13. Який напівпровідниковий прилад має структуру, що наведена на рис.?



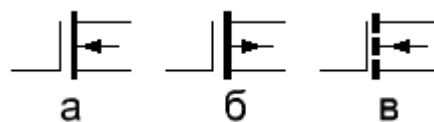
- а) транзистор;                      б) тиристор-діод;                      в) діод.

14. Яке УГП діода Шоткі?



- а) в;                      б) а;                      в) в.

15. Яке УГП польового транзистора МДН-структури з каналом заготовленим р-типу?



- а) б;                      б) в;                      в) а.

### Тест 7

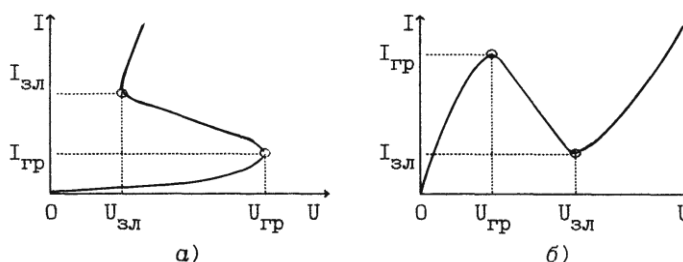
1. Яким виразом описується густина струму насичення р-п переходу:

а)  $J_s = \frac{qD_p p_{no}}{L_n} + \frac{qD_n n_{po}}{L_p}$ ;                      б)  $J_s = \frac{qD_p p_{no}}{L_p} + \frac{qD_n n_{po}}{L_n}$

2. Як напрямлене внутрішнє дифузійне поле при прямому зміщенні р-п переходу?

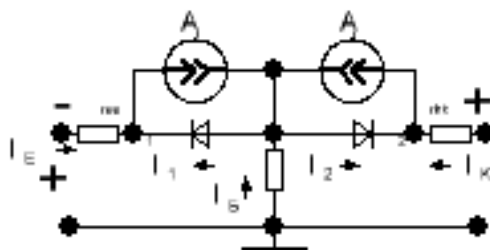
- а) паралельно напрямку зовнішнього електричного поля; б) антипаралельно напрямку зовнішнього електричного поля.

3. В АХ, яких приладів наведені на рис. 1?



а) тиристора (а), тунельного діода (б), б) тиристора (б), тунельного діода (а).

4. Яким виразом описується струм  $I_2$  (див. рис 2)?

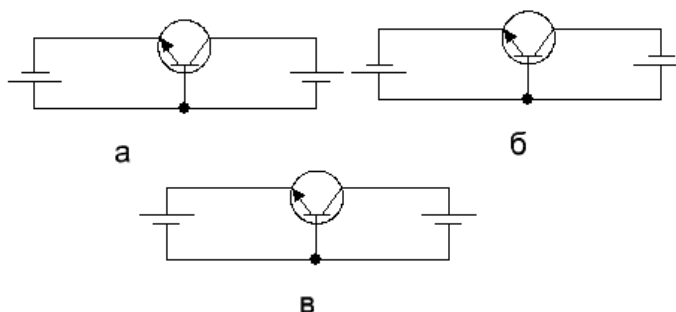


а)  $I_2 = I_{E0}'' (e^{\frac{U_E}{\phi_T}} - 1)$       б)  $I_2 = I_{K0}'' (e^{\frac{U_K}{\phi_T}} - 1)$

5. Режим насичення відповідає значенням напруг на р-п переходах

а)  $(U_E > 0, U_K > 0)$ ,      б)  $(U_E > 0, U_K < 0)$ ,      в)  $(U_K < 0)$ .

6. На якій схемі n-p-n транзистор увімкнений в режим відсікання?



а). а;      б). б;      в). в.

7. Чому рівний коефіцієнт зв'язку по напрузі транзистора?

а)  $\mu_{EK} = \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{2qN\delta} \frac{\phi_T}{w\sqrt{U_K}}}$ ; б)  $\mu_{EK} = -\sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{2qN\delta} \frac{\phi_T}{w\sqrt{U_K}}}$ ; в)  $\mu_{EK} = -\sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{2qN\delta} \frac{\phi_K}{w\sqrt{U_K}}}$



8. Який принцип керування польових транзисторів?

а) струмом через опір; б) напругою через ємність.

9. Яким рівнянням описується струм стоку в області насичення вихідних ВАХ польового транзистора з р-п переходом :

$$\text{а) } I_c = I_{c\max} \left( 1 - \frac{U_3}{U_{np}} \right)^2 \quad \text{б) } I_c = I_{c\max} \left( 1 - \frac{U_3}{U_{np}} \right)^2 + \frac{U_c - U_{cзр}}{r_c}.$$

10. Який польовий транзистор є нормально відкритим?

а) з індукованим каналом; б) з заготовленим каналом

11. Яка повинна бути полярність напруги затворі польового транзистора МДН-структури, щоб утворився провідний канал р-типу?

а)  $U_3 < 0$ ; б)  $U_3 > 0$ ; в)  $U_3 \geq 0$ .

12. Який струм є струмом управління тиристорною структурою?

а)  $I_{Б2} = I_y(1 + \beta_n \beta_p)$  б)  $I_{Б2} = I_k(1 + \beta_n \beta_p)$  в)  $I_{Б2} = I_{Б1}(1 + \beta_n \beta_p)$ .

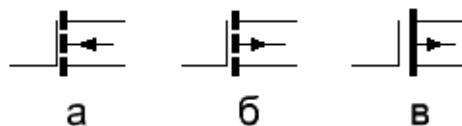
13. З яких шарів складається структура симістора?

а)  $p_1-n_1-p_2-n_2$ ; б)  $p_2-n_1-p_1-n_2$ ; в)  $n_1-p_1-n_2-p_2-n_3$

14. Яка величина струму насичення германієвих діодів?

а) сотні мкА; б) одиниці мкА; в) десятки мкА

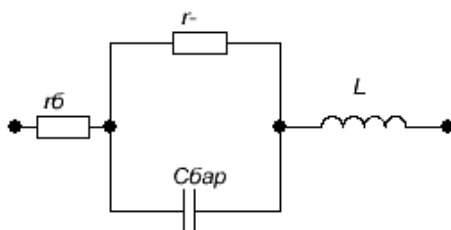
15. Яке УГП польового транзистора МДН-структури з індукованим каналом n-типу?



а) а; б) б; в) в.

### Тест 8

1. Які нп прилади мають наступну схему заміщення (див. рис.)?



а) тунельні діоди; б) стабілітрони; в) варикапи.

2. Чи спостерігається ділянка з від'ємним дифопором на прямій вітці ВАХ теплового пробивання?

а) так; б) ні;

3. Який від'ємний дифопір тунельних діодів?

а)  $|r_-| = \frac{U_\delta - U_B}{I_B - I_D}$ ; б)  $|r_-| \approx \frac{const}{I_D}$ ; в)  $|r_-| = \frac{U_\delta - U_B}{I_B - I_D} \approx \frac{const}{I_D}$ ;

4. Яка напруга на р-ппереході діода, що працює в схемі з генератором напруги поки  $p_n > p_{n0}$ ?

а) пряма; б) зворотня; в) незмінна.

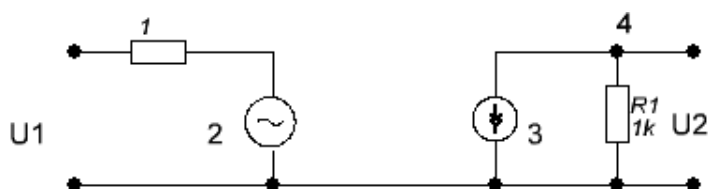
5. Який зворотній струм діода, що працює в схемі з генератором напруги поки  $p_n > p_{n0}$ ?

а) 10 мкА; б) 30 мкА; в) сталий.

6. Який загальний струм колектора р-п-р транзистора з СЕ для активного режиму коли  $U_K / \varphi_T \gg I$ :

а)  $I_K = \beta I_E + I_{KO}$ ; б)  $I_K = \alpha I_E - I_{KO}$ ; в)  $I_K = \rho I_E + I_{KO}$

7. Для яких малосигнальних параметрів вірна схема, що наведена на рис.?



а) h-параметрів; б) Z-параметрів; в) Y-параметрів

8. З яких шарів складається структура симістора?

а)  $p_1-n_1-p_2-n_2$ ; б)  $p_2-n_1-p_1-n_2$ ; в)  $n_1-p_1-n_2-p_2-n_3$

9.3 яких етапів складається перехідний процес вмикання тиристора на малі анодні струми(навантаження –активне)?

- а) фізичної затримки;                      б) фізичної затримки    в) Регенерації.  
Регенерації;                                      Регенерації;  
Установлення.

10.Яким виразом описується тривалість етапу фізичної затримки вмикання тиристора на малі анодні струми?

$$А) t_{\phi 3} = \tau \ln \frac{I_y - I_2}{I_y - I_2 - \frac{I_1}{\beta_2}} \qquad \text{б) } t_{\phi 3} = \tau_{B2} \ln \frac{I_y - I_2}{I_y - I_2 - \frac{I_1}{\beta_2}}$$

11.Чому рівний поверневий потенціал в режимі сильної інверсії МДН-структури?

- а)  $\varphi_S = \varphi_T \ln \left(\frac{N_A}{n_i}\right)$  ;    б)  $\varphi_S = 2\varphi_T \ln \left(\frac{N_A}{n_i}\right)$ ;    в)  $\varphi_S = 1.5\varphi_T \ln \left(\frac{N_A}{n_i}\right)$ .

12.Вказати значення порогової напруги МДН-структури (при умові, що  $Q_n=0$ ):

- а)  $U_{nop} = \varphi_s + (Q_{нов} + Q_{онз})/C_3$  .    б)  $U_{nop} = \varphi_T + (Q_{нов} + Q_{онз})/C_3$  .

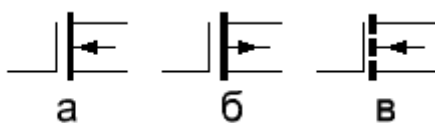
13.Яким рівнянням описується ВАХ польового транзистора МДН-структури?

$$а) I_c(U_c) = (U_3 - U_{nop})^2 + \frac{U_c - U_{ср}}{r_c}; \quad \text{б) } I_c(U_c) = \frac{b}{2}(U_3 - U_{nop})^2 + \frac{U_c - U_{ср}}{r_c}$$

14.Що означає буква К в позначенні приладу КП303А?

- а)катод;    б)корпус;    в)кремній.

15. Яке УГП польового транзистора МДН-структури з каналом заготовленим р-типу?



- а)б;                      б)а;                      в)в.

### Тест 9

1.Для яких моментів,характерним є ефект модуляції опору бази діода?

а)при вмиканні; б)перемиканні; в)виключенні.

2.Якими явищами обумовлений ефект модуляції опору бази діода?

а) накопиченням н.з. б)розсмоктуванням н.з.;в)рекомбінацією н.з.

3. Яка величина струму насичення кремнієвих діодів?

а)одиниці мкА; б)десятки мкА; в) сотні мкА

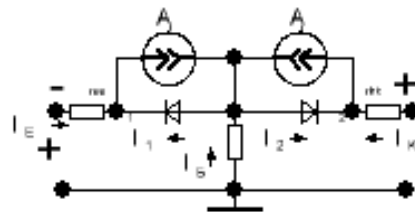
4.Яка величина контактної різниці потенціалів германієвих р-п переходів?

а)(0.1-0.2)В; б)(0.2-0.4)В; в)(0.4-0.6)В.

5. Яким виразом описується зворотній струм генерації носіїв заряду в ОПЗ р<sup>+</sup>-п переходу

$$\text{а) } I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} \delta(U) = I_{RG_0} \left( 1 - \frac{U}{\phi_k} \right)^n \quad \text{б) } I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} = I_{RG_0} \left( 1 - \frac{U}{\phi_k} \right)^n$$

6..Для якого сигналу справедлива еквівалентна схема,що наведена на рис1?



а)великого; б)малого; в)змінного.

7.Яким виразом описується струм I<sub>Е</sub>(див.рис1)?

а) I<sub>Е</sub>=I<sub>1</sub>-α<sub>1</sub>I<sub>2</sub>      б) I<sub>Е</sub>=I<sub>1</sub>-β<sub>1</sub>I<sub>2</sub>      в) I<sub>Е</sub>=I<sub>1</sub>+α<sub>1</sub>I<sub>2</sub>.

8.Яка величина коефіцієнта підсилення по струму малопотужних БТ,увімкнених по схемі СК ?

а)1+α;      б)1+β;      в)1 +  $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ .

9.Яка величина коефіцієнта підсилення по напрузі малопотужних БТ,увімкнених по схемі СК ?

а)одиниця;      б)1-10;      в)10-1000.

10. Яка умова, використовується для розрахунку RC-ділянки, захисту тиристора від ефекта  $\frac{dU}{dt}$  ?

$$a) R + R_H)C_{ш} \geq \frac{0.632E}{\left(\frac{dU_a}{dt}\right)_{кр.}}; \quad б) a) R + R_H)C_{ш} \ll \frac{0.632E}{\left(\frac{dU_a}{dt}\right)_{кр.}}$$

11. З яких шарів складається тиристорна структура?

$$a) p_1-n_1-p_2-n_2; \quad б) p_2-n_1-p_1-n_2; \quad в) n_2-n_1-p_2-p_1;$$

12. Яким виразом описується крутість передавальної характеристики в області насичення польового транзистора МДН-структури?

$$a) S = \left. \frac{dU_c}{dI_3} \right|_{U_c=const} = b(U_3 - U_{ноп}); \quad б) S = \left. \frac{dU_c}{dI_3} \right|_{U_c=const} = (U_3 - U_{ноп}).$$

13. Яким рівнянням описується передавальна характеристика при малих значеннях  $U_c$  польового транзистора МДН-структури?

$$a) I_c = bU_c(U_3 - U_{ноп}); \quad б) I_c = b(U_3 - U_{ноп}).$$

14. Яким виразом описується інверсний коефіцієнт передачі струму емітера?

$$a) \alpha_i = \gamma_i \chi_i; \quad б) \gamma_i = \alpha_i \chi_i; \quad в) \chi_i = \gamma_i \alpha_i.$$

15. Яка величина інверсного коефіцієнта перенесення сплавних БТ ?

$$a) 10-100 \quad б) 0.9-1.9; \quad в) 0.3-0.8$$

### Тест 10

1. Яким виразом описується зворотній струм термогенерації носіїв заряду в ОПЗ  $p^+-n$  переходу

$$a) I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} \delta(U) = I_{RG_0} \left(1 - \frac{U}{\phi_k}\right)^n \quad б) I_{RG} = Sq \frac{n_i}{2\tau_0} = I_{RG_0} \left(1 - \frac{U}{\phi_T}\right)^n$$

2. Які вимоги ставляться до матеріалу для виготовлення НВЧ діодів?

$$a) \text{великі } -\Delta E_g, \mu; \text{малі-}\tau; б) \text{малі-}\Delta E_g, \mu; \text{великі } \tau.$$

3. Який основний параметер детекторних НВЧ діодів?

$$a) M = \frac{\beta_I r_{\text{диф.}}}{\sqrt{r_{\text{диф.}} + r_{III}}}; \quad б) M = \frac{\beta_I r_{\text{диф.}}}{\sqrt{n_{ш} r_{\text{диф.}}}}; \quad в) M = \frac{\beta_I r_{\text{диф.}}}{\sqrt{n_{ш} r_{\text{диф.}} + r_{III}}}$$

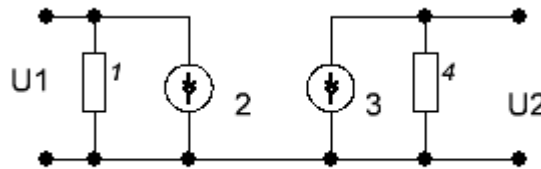
4. Як змінюється величина потенціального бар'єру р-п переходу при переході від Ge до Si?

- а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.

5. Активний (підсилювальний) режим відповідає значенням напруг на р-п переходах:

- а)  $(U_E > 0, U_K < 0)$ , б)  $(U_E > 0, U_K > 0)$ ; в)  $(U_K < 0, U_E < 0)$

6. Для яких малосигнальних параметрів вірна схема, що наведена на рис.?



- а) h-параметрів; б) Z-параметрів д) Y параметрів

7. В якому режимі вимірюються z-параметри БТ?

- а) ХХ; б) КЗ на вході; ХХ на виході в) ХХ на вході; КЗ на виході; г) КЗ.

8. Які відомі типи польових транзисторів МДН-структури:

- а) з індукованим каналом; б) з заготовленим каналом; в) з індукованим та з заготовленим каналом.

9. Яка умова режиму слабкої інверсії МДН-структури?

- а)  $p(0)=n(0)=n_i$ ; б)  $p(0)=n(0)=n_0$ ; в)  $p(0)=n(0)=n$

10. Яким рівнянням описується ВАХ польового транзистора МДН-структури?

$$\text{а) } I_c(U_c) = (U_3 - U_{nop})^2 + \frac{U_c - U_{csp}}{r_c}; \quad \text{б) } I_c(U_c) = \frac{b}{2} (U_3 - U_{nop})^2 + \frac{U_c - U_{csp}}{r_c}$$

11. Який елемент в позначенні КС133А, вказує на матеріал, з якого виготовлений прилад?

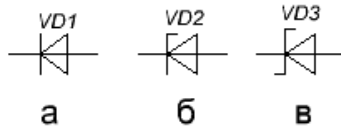
- а) перший; б) другий; в) четвертий.

12. Яке УГП польового транзистора з р-п переходом і каналом n-типу?



а)а;      б)в;      в)б.

13. Яке УГП діода Шоткі?



а)а;      б)в;      в)б.

14. Яка структура тиристора?

а)  $n-n^+-p^+-p$ ;      б)  $p^+-n-p-n^+$       в)  $p_1-n_1-p_2-n_2$

15. В яких режимах можуть працювати фотодіоди?

а) фотогальванічному і фотодіодному; б) тільки фотодіодному; в) тільки фотогальванічному.

**Ключ правильних відповідей:**

Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3		Варіант 4	
Питання	Відповідь	Питання	Відповідь	Питання	Відповідь	Питання	Відповідь
1	а	1	а	1	а	1	в
2	б	2	б	2	б	2	а
3	б	3	б	3	в	3	в
4	б	4	а	4	а	4	в
5	а	5	а	5	в	5	а
6	а	6	б	6	а	6	б
7	б	7	в	7	в	7	б
8	в	8	б	8	б	8	в
9	а	9	б	9	а	9	б
10	б	10	а	10	б	10	б
11	б	11	а	11	б	11	а
12	а	12	а	12	а	12	а
13	а	13	а	13	б	13	в
14	б	14	а	14	б	14	а
15	в	15	в	15	б	15	а

Варіант 5		Варіант 6		Варіант 7		Варіант 8	
Питання	Відповідь	Питання	Відповідь	Питання	Відповідь	Питання	Відповідь
1	а	1	а	1	б	1	а
2	б	2	б	2	б	2	б
3	а	3	а	3	а	3	абв
4	б	4	в	4	б	4	а
5	б	5	а	5	а	5	в
6	б	6	а	6	в	6	а
7	а	7	в	7	б	7	а
8	в	8	а	8	б	8	в
9	б	9	в	9	б	9	а
10	б	10	а	10	б	10	б
11	а	11	а	11	а		б
12	б	12	б		б		а
13	а	13	б	13	в	13	б
14	б	14	а	14	а	14	в
15	а	15	а	15	а	15	а



<b>Варіант 9</b>		<b>Варіант 10</b>	
<b>Питання</b>	<b>Відповідь</b>	<b>Питання</b>	<b>Відповідь</b>
1	а	1	а
2	а	2	б
3	б	3	,
4	б	4	,
5	а	5	а
6	б	6	в
7	а	7	а
8	б	8	в
9	а	9	а
10	а	10	б
11	а	11	а
12	а	12	а
13	б	13	в
14	а	14	в
15	в	15	а

## Література

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. Учебн. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа. 1987.- 497 с.
2. Тугов Н.М. и др. Полупроводниковые приборы. Учебн. для вузов/ Н.М. Тугов, Б.А.Глебов, Н.А.Чарыков. Под ред. В.А.Лабунцова.- М.:Энергоатомиздат. 1990.- 576 с.
3. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. изд.4-е перераб. и доп.М.,Энергия,1977,672с.
4. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. В 2-х книгах. Пер. с англ. 2-е изд., издперераб. и доп. – М.: Мир. 1984.- 456 с.
5. Твердотільнаелектроніка. /Ю.В.Височанський, А.А.Горват, О.О. Грабар, О.О.Молнар, Ш.Б. Молнар, Ю.С. Наконечний, В.І. Феделеш .- Ужгород:ІВА,2001,388с.