

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

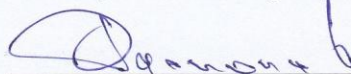
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра «Приборы управления»

Утверждено на заседании кафедры
«Приборы управления»
« 19 » января 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



В.Я. Распопов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению самостоятельной работы студентов
по дисциплине (модулю)
«Электронно-электротехническая база оптических приборов»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
12.03.02 – Опотехника

с направленностью (профилем)
Оптико-электронные приборы и системы

Форма(ы) обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 120302-01-22

Тула 2022 год

Разработчик(и) методических указаний

Иванов Ю.В., профессор кафедры ПУ, д. т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

)

Содержание

	С.
Введение	4
1. Цели и задачи самостоятельной работы студентов	4
2. Методические указания по выполнению самостоятельной внеаудиторной работы	4
Контрольные вопросы	6
Библиографический список	11

Введение

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью процесса обучения позволяющей привить студенту навыки работы с научно-технической, нормативной и методической литературой. Углубить и развить у студентов умение самостоятельного решения определенного круга задач, что является неотъемлемой частью работы специалиста.

1. Цели и задачи самостоятельной работы студентов

Целью работы являются углубление и закрепление знаний, полученных при изучении курса «Электронно-электротехническая база оптических приборов», развитие навыков самостоятельной работы, умения решать конкретные инженерные задачи.

2. Методические указания по выполнению самостоятельной внеаудиторной работы

Самостоятельная внеаудиторная работа выполняется студентом в соответствии с темами указанными в таблице. В этой таблице так же указан литературный источник, необходимый для освоения предложенного материала. По окончании изучения раздела студент предоставляет отчет в соответствии с заданием в виде конспекта, и решенных задач по представленному материалу и проходит собеседование с преподавателем.

Таблица

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Методические материалы	Отчетность
1	Самостоятельное изучение раздела Тепловой шум фотоприёмников	[1, 2, 3]	Конспект
2	Самостоятельное изучение раздела Согласующий усилитель на БТ, включенном по схеме с ОЭ	[1, 2, 3]	Конспект
3	Самостоятельное изучение раздела Конструкции узлов приемников излучения и фотоприемных устройств	[1, 2, 3]	Конспект

Контрольные вопросы

1. Для согласования выхода приемника с усилителя в ОЭП используется:
 - 1) входная цепь электронного тракта ОЭП
 - 2) выходная цепь электронного тракта ОЭП
 - 3) схема регистрации
 - схема выделения обработки сигнала

2. Что такое спектр шума?

- 1) отношение спектральной плотности к дисперсии
- 2) то же, что и отношение сигнал/шум
- 3) распределение интенсивности шума по частотам
- 4) нет правильного ответа

3. Удельная обнаружительная способность определяется по формуле

1) $D^* = \frac{1}{\Phi_{\Pi}^*}$ 2) $D^* = \frac{1}{\sqrt{\Phi_{\Pi}^*}}$ 3) $D^* = S_V \Phi_{\Pi}^*$ 4) $D^* = \frac{1}{\sqrt{S_V \Phi_{\Pi}^*}}$

4. Максимальный заряд, собираемый в потенциальной яме, определяется по формуле:

1) $Q = U_3 \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{окг}}{d_{ок}}$ 2) $Q = U_3 A \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{окг}}{d_{ок}}$ 3) $Q = U_3 C_{ок} \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{окг}}{d_{ок}}$ 4) $Q = U_3 \varphi \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{окг}}{d_{ок}}$

5. Реальная разрешающая способность ПЗС

- 1) всегда больше максимальной разрешающей способности
- 2) всегда меньше максимальной разрешающей способности
- 3) всегда равна максимальной разрешающей способности
- 4) равна 1

6. Расчет коэффициента усиления электронного тракта по напряжению:

1) $K_u = \frac{U_{швых \max} D^*}{s_u \sqrt{A_{\phi} \Pi_{0,6}}}$ 2) $K_u = \frac{U_{швых \max} D^*}{\sqrt{A_{\phi} \Pi_{0,7}}}$ 3) $K_u = \frac{U_{швых \max} D^*}{s_u^2 \sqrt{A_{\phi} \Pi_{0,7}}}$ 4) $K_u = \frac{U_{швых \max} D^*}{s_u \sqrt{1,22 \Delta f_{0,7} A_{\phi}}}$

7. Инвертирующий вход ОУ:

1. меняет на выходе знак входного напряжения на противоположенный;
2. не изменяет знака входного напряжения;
3. меняет на выходе знак входного тока на противоположенный;
4. не изменяет знака входного тока.

8. По значению темнового сопротивления и уровням собственных шумов функциональные фоторезисторы делят на:

- 1) низкоомные резисторы на основе антимонида индия, охлаждаемые фоторезисторы на основе арсенида германия и высокоомные фоторезисторы на основе халькогенидов свинца;
- 2) низкоомные резисторы на основе германия, охлаждаемые фоторезисторы на основе антимонида и арсенида индия и высокоомные фоторезисторы на основе халькогенидов свинца;
- 3) низкоомные резисторы на основе кремния, легированного медью, охлаждаемые фоторезисторы на основе арсенида индия и высокоомные фоторезисторы на основе халькогенидов свинца;
- 4) нет правильного ответа.

9. В качестве согласующих каскадов для высокоомных резисторов используют:

- 1) схемы эмиттерного повторителя;
- 2) схемы истокового повторителя;
- 3) и то, и другое;
- 4) ни то, ни другое.

10. К основным параметрам входной цепи ОЭП относятся:

- 1) выходное сопротивление, входная емкость, вид ФЧХ;
- 2) входное сопротивление, входная емкость, выходное сопротивление;

- 3) входное напряжение, входное сопротивление, выходное сопротивление, входная емкость, вид АЧХ;
4) Входная емкость, входное сопротивление, выходное сопротивление, вид АЧХ.

11. Разрезной фотодиод с поперечным фотоэффектом представляет собой:

- 1) фотоприемник, состоящий из четырех квадратных элементов;
2) четырехплощадочный фотоприемник с квадратными элементами;
3) реализованный на одной подложке четырехплощадочный фотоприемник с четырьмя квадратными элементами;
4) четырехканальный фотоприемник, реализованный на одной подложке.

12. Вольтовая чувствительность S_U фотоприемника можно найти, как:

1) $S_u = \frac{\Phi_e S_i}{R_{oc}}$; 2) $S_u = \frac{U_c \Phi_e S_i}{R_{oc}}$; 3) $S_u = \frac{U_c}{\Phi_e}$; 4) $S_u = \Phi_e S_i R_{oc}$.

13. Найдите верное утверждение, касающееся амплитудно-фазовой модуляции сигнала:

- 1) при данном способе модуляции информация об изменении величины сигнала содержится в амплитуде напряжения, а информация о знаке сигнала содержится в фазе;
2) при данном способе модуляции информация об изменении величины сигнала содержится в фазе, а информация о знаке сигнала содержится в амплитуде напряжения;
3) при данном способе модуляции информация об изменении величины сигнала содержится в амплитуде напряжения несущей частоты;
4) нет правильного ответа.

14. Найдите правильное утверждение, касающееся усилителя в обобщенной схеме электрической части ОЭП:

- 1) основной усилитель должен располагаться в непосредственной близости от приемника излучения;
2) предварительный усилитель служит для усиления сигнала до уровня, достаточного для последовательной передачи сигнала по длинному кабелю в условиях действия стационарных электрических полей;
3) типовые значения коэффициента усиления предварительного усилителя от 10 до 1000.
4) нет правильного ответа.

15. Согласующие устройства для охлаждаемых фотоприемников на основе антимонида индия с темновым сопротивлением 1 – 10 кОм строятся:

- 1) с использованием схем с истоковым повторителем;
2) с использованием схем с эмиттерным повторителем;
3) на транзисторах, включенных по схеме с ОЭ и общим истоком;
4) на транзисторах, включенных по схеме с ОБ и общим истоком.

16. Особенности режимных схем автоматической регулировки усиления (АРУ):

- 1) усиление регулируется за счет изменения режима работы управляемых делителей напряжения;
2) усиление регулируется путем изменения режима работы транзистора по постоянному току;
3) усиление регулируется путем изменения режима работы транзистора по напряжению;
4) нет правильного ответа.

17. В схеме управления коэффициентом усиления с помощью полевого транзистора:

- 1) для уменьшения нелинейных искажений необходимо выбрать транзистор с большим напряжением отсечки;
- 2) для увеличения диапазона управляющих напряжений транзистор должен работать на линейном участке характеристик «сток-исток»;
- 3) для уменьшения искажений можно включить полевой транзистор вместо одного из сопротивлений Т-образной обратной связи усилителя;
- 4) все ответы верные.

18. При прямоугольной модуляции потока излучения:

1) $f_s = \frac{1}{2\tau_{\min}}$; 2) $\Delta f_{0,7} = f_s - f_n$; 3) $f_s \leq \frac{1}{2\pi\tau}$;

- 4) все ответы правильные.

19. Чтобы управлять процессом переноса заряда:

- 1) тактовые импульсы не должны перекрываться друг другом;
- 2) новую потенциальную яму необходимо создавать только тогда, когда исчезают старые;
- 3) новую потенциальную яму необходимо создавать еще в тот момент, когда существуют старые;
- 4) новую потенциальную яму необходимо создавать только тогда, когда исчезают старые, чтобы не перекрывались тактовые импульсы.

20. Изобразите схему регулирования усиления с помощью полевого транзистора.

21. В качестве согласующих каскадов для высокоомных резисторов используют:

- 1) схемы эмиттерного повторителя;
- 2) схемы истокового повторителя;
- 3) и то, и другое;
- 4) ни то, ни другое.

22. Потенциальной ямой называется

- 1) область, обедненная основными носителями зарядов
- 2) область, насыщенная основными носителями зарядов
- 3) область, насыщенная не основными носителями зарядов
- 4) область, обедненная не основными носителями зарядов

23. Особенности схем автоматической регулировки усиления (АРУ), вызывающих изменение коэффициента усиления:

- 1) усиление регулируется за счет изменения режима работы управляемых делителей напряжения;
- 2) усиление регулируется путем изменения режима работы транзистора по постоянному току;
- 3) усиление регулируется путем изменения режима работы транзистора по напряжению;
- 4) изменяется затухание управляемых делителей напряжения.

24. Какие устройства используются для определения координат пятна на разрезном фотодиоде

- 1- сумматоры и счетчики импульсов
- 2-умножители и вычитатели
- 3-усилители с АРУ

4- сумматоры и вычитатели

25. В схеме управления коэффициентом усиления с помощью полевого транзистора:

- 1) для уменьшения нелинейных искажений транзистор должен работать на линейном участке характеристик «сток-исток»;
- 2) для увеличения диапазона управляющих напряжений необходимо выбрать транзистор с большим напряжением отсечки;
- 3) для уменьшения сопротивления можно включить полевой транзистор вместо одного из сопротивлений Т-образной обратной связи усилителя;
- 4) все ответы верные.

26. В схеме управляемого усилителя с линейным изменением выходного напряжения:

- 1) используется прямо-пропорциональная зависимость между напряжением на затворе и сопротивлением «сток-исток» полевого транзистора;
- 2) используется обратно пропорциональная зависимость между напряжением на затворе и сопротивлением «сток-исток» полевого транзистора;
- 3) набор диодов обеспечивает напряжение смещения на затворе, который является линейной функцией управляющего напряжения;
- 4) нет правильного ответа.

27. Какого режима работы фотодиода не бывает

- 1-фотодиодный
- 2-фотогальванический
- 3-фоторезисторный
- 4-первых двух

28. Каждый из четырех элементов фотодиода является генератором:

- 1) фототока (I_f)
- 2) оптического потока (Φ_e)
- 3) напряжения
- 4) потока излучения

29. Согласующие устройства для охлаждаемых фотоприемников на основе антимонида индия с темновым сопротивлением $1 - 10$ кОм строятся:

- 1) с использованием схем с истоковым повторителем;
- 2) с использованием схем с эмиттерным повторителем;
- 3) на транзисторах, включенных по схеме с ОБ и общим истоком;
- 4) нет правильного ответа.

30. Эквивалентная шумовая полоса находится по формуле:

- 1) $\Pi = \int \frac{K_U^2(f)}{K_U} df$; 2) $\Pi = \int \frac{K_U(f)}{K_{\max}^2} df$; 3) $\Pi = \int \frac{K_U^2(f)}{K_{\max}^2} df$; 4) $\Pi = \int \frac{K_U^2(f)}{K_{\max}^2(f)} df$.

31. При прямоугольной модуляции потока излучения:

- 1) $f_s = \frac{1}{2\tau_{\max}}$; 2) $f_n = \ln \frac{1-\sigma}{\tau_{\max}}$; 3) $f_s \leq \frac{1}{2\pi\tau}$;

4) нет правильных ответов.

32. Найдите верное утверждение, касающееся амплитудно-фазовой модуляции сигнала:

- 1) при данном способе модуляции информация об изменении величины сигнала содержится в амплитуде напряжения, а информация о знаке сигнала содержится в фазе;

- 2) при данном способе модуляции информация об изменении величины сигнала содержится в фазе, а информация о знаке сигнала содержится в амплитуде напряжения;
 3) при данном способе модуляции информация об изменении величины сигнала содержится в амплитуде напряжения, а информация о знаке сигнала содержится в фазе несущей частоты;
 4) нет правильного ответа.

33. Вольтовая чувствительность S_U фотоприемника можно найти, как:

1) $S_u = \frac{\Phi_e S_i}{R_{oc}}$; 2) $S_u = \frac{U_c \Phi_e S_i}{R_{oc}}$; 3) $S_u = \frac{U_c}{\Phi_e R_{oc}}$; 4) $S_u = S_i R_{oc}$.

34. Минимальное R_{oc} определяется из условия:

1) $\frac{1}{R_{oc \min}} \leq \left(2eI_T - \frac{4}{kT} \right) + \frac{T}{R_o T_R}$; 2) $\frac{1}{R_{oc \min}} \leq \left(2eI_T - \frac{4}{kT} \right)^2 + \frac{1}{R_o T_R}$; 3) $\frac{1}{R_{oc \min}} \leq \left(2eI_T - \frac{4}{kT} \right) - \frac{1}{R_o T_R}$; 4) $\frac{1}{R_{oc \min}} \leq \left(2eI_T - \frac{4}{kT} \right)^2 - \frac{1}{R_o T_R}$.

35. Чтобы управлять процессом переноса заряда:

- 1) тактовые импульсы не должны перекрываться друг другом;
 2) новую потенциальную яму необходимо создавать только тогда, когда исчезают старые;
 3) новую потенциальную яму необходимо создавать еще в тот момент, когда существуют старые;
 4) новую потенциальную яму необходимо создавать только тогда, когда исчезают старые, чтобы не перекрывались тактовые импульсы.

36. От чего зависит максимальный заряд, который может передаваться вдоль ПЗС структуры

- 1) от амплитуды 2) от формы тактовых импульсов 3) от амплитуды и от формы тактовых импульсов
 4) от амплитуды тактовой частоты

37. Для нормальной работы ПЗС структуры на все электроды необходимо подавать напряжение

- 1) ниже порогового u_0 2) выше порогового 3) равное пороговому 4) ниже напряжения на затворе

38. В обобщенной структурной схеме фотоприемного узла на основе функционального фоторезистора:

- 1) согласующий каскад предназначен для увеличения амплитуды фотосигнала;
 2) согласующий каскад необходим для оптимального согласования внутреннего сопротивления фоторезистора с входным сопротивлением усилителя;
 3) согласующий каскад необходим для увеличения амплитуды фотосигнала до значения, пригодного для последующей обработки;
 4) правильные утверждения 2 и 3.

39. Что не относится к основным параметрам фоторезистора:

- 1) темновое сопротивление;
 2) темновой ток;
 3) вольтовая чувствительность;
 4) уровень собственных шумов.

40. Изобразите обобщенную структурную схему ФПУ на ФФР

Библиографический список

1. Лаврентьев, Б. Ф. Схемотехника электронных средств : учебное пособие для вузов / Б. Ф. Лаврентьев .— Москва : Академия, 2010 .— 335 с. : ил. — (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника) .— Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7695-5898-6 (в пер.) . 14 экз.
2. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. Учебник для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Логос, 2004. — 472 с.
3. Парвлюсов Ю.Б. Проектирование оптико-электронных приборов: Учеб. пособие для втузов / Ю.Б.Парвлюсов, В.П.Солдатов, Ю.Г.Якушенков; Под ред. Ю.Г.Якушенкова . — М. : Машиностроение, 1990 . — 431 с.
4. Быстров Ю.А. Электронные приборы и устройства на их основе : справ.кн. / Ю.А.Быстров, С.А.Гамкредидзе, Е.Б.Иссерлин, В.П.Черепанов; Под ред.Ю.А. Быстрова . — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : РадиоСофт, 2002 .— 656 с.