

ЕЛЕМЕНТНА БАЗА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

**Методичні вказівки
до самостійної роботи студентів**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**ЕЛЕМЕНТНА БАЗА
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

**Методичні вказівки
до самостійної роботи студентів**

Вінниця
ВНТУ
2017

Затверджено Методичною Радою Вінницького національного технічного університету як методичні вказівки та рекомендовано до використання у навчальному процесі (протокол № 7 від 24.03.2016 р.)

Рецензенти:

С. Т. Барась, кандидат технічних наук, професор

К. В. Огородник, кандидат технічних наук, доцент

Елементна база телекомунікаційних систем. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів / Уклад. О. В. Войцеховська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 19 с.

У методичних вказівках розглянуто задачі та алгоритм самостійної роботи студентів на всіх етапах навчального процесу. В основі самостійної роботи лежить програма дисципліни, яка наводиться в даних вказівках. Наведено комплект тестових завдань, які студент може використовувати для самоперевірки.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ | 4 |
| ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ | 6 |
| ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ | 10 |
| ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ | 11 |
| ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ | 13 |
| ЛІТЕРАТУРА | 18 |

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Самостійна робота студента – форма організації навчального процесу, при якій заплановані завдання виконуються студентом під методичним керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі. Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу під час позааудиторної навчальної роботи. Зміст самостійної роботи студента над конкретною дисципліною визначається навчальною програмою дисципліни, методичними матеріалами, завданнями та вказівками викладача.

Метою самостійної роботи студента є забезпечення засвоєння в повному обсязі навчальної програми шляхом свідомого закріплення, поглиблення і систематизації набутих теоретичних знань, а також опанування навичок роботи з навчальною і науково-методичною літературою, вміння вільно орієнтуватися в інформаційному просторі. Самостійна робота студента спрямована на закріплення та поглиблення теоретичних знань, отриманих студентами під час навчання, набуття і удосконалення практичних навичок та умінь відповідно до обраного напрямку підготовки.

Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу може виконуватися у бібліотеці вищого навчального закладу, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також в домашніх умовах. У необхідних випадках ця робота проводиться відповідно до зазделегідь складеного графіка, що гарантує можливість індивідуального доступу студента до необхідних дидактичних засобів. Графік доводиться до відома студентів на початку поточного семестру.

Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння студентом в процесі самостійної роботи, вноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні аудиторних занять.

Самостійна робота планується і організовується кожним студентом індивідуально і має такі складові:

запам'ятовування певної інформації за рахунок уважного слухання і конспектування лекцій та активної роботи під час практичних та лабораторних занять;

підготовку до лекційних, практичних та лабораторних занять;

– роботу над окремими темами навчальних дисциплін, які згідно з

робочою навчальною програмою дисципліни винесені на самостійне опрацювання студентів;

- виконання завдань з навчальної дисципліни протягом семестру;
- підготовку до всіх видів контрольних випробувань, передбачених робочою навчальною програмою дисципліни;
- опрацювання літературних джерел (конспектування, рефератування);
- самотестування.

Самостійна робота студента забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення конкретної навчальної дисципліни: підручник, навчальні та методичні посібники, конспекти лекцій викладачів, практикум тощо. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів повинні передбачати можливість проведення самоконтролю з боку студента. Для самостійної роботи студенту також рекомендується відповідна наукова та фахова монографічна і періодична література.

Розрізняють види самостійної роботи (самостійна робота, яка забезпечує підготовку до аудиторних занять, поточного і семестрового контролю знань; пошуково-аналітична робота; науково-дослідна робота; практика на підприємствах та в організаціях, участь в тренінгах) та форми (самостійне опрацювання або вивчення теоретичного матеріалу; виконання домашніх завдань; підготовка до контрольних робіт, тестів та інших форм поточного контролю; підготовка до семестрового контролю; підготовка рефератів, тощо).

Методичні вказівки до організації самостійної роботи з вивчення дисципліни «Елементна база телекомунікаційних систем» складені відповідно до навчальної програми цієї дисципліни та мають на меті надати допомогу й систематизувати самостійну роботу студентів з вивчення навчального матеріалу дисципліни, підготуватися до підсумкового контролю знань з цієї дисципліни.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Елементна база телекомунікаційних систем» є сучасні пасивні та активні електронні компоненти та прилади відображення інформації.

Метою вивчення дисципліни «Елементна база телекомунікаційних систем» є вивчення будови, принципів дії та основних характеристик пасивних, активних електронних компонентів та приладів відображення інформації. Навчальний курс «Елементна база телекомунікаційних систем» вивчається здобувачами вищої освіти ступеня «бакалавр».

Основними завданнями вивчення дисципліни «Елементна база

телекомунікаційних систем» є:

- вивчення фізичних основ роботи електронних приладів, їх параметрів, експлуатаційних характеристик;
- формування у студентів навиків застосування цих приладів в електронних системах різного призначення.

В результаті вивчення дисципліни «Елементна база телекомунікаційних систем» студенти повинні *знати*:

- основні властивості, параметри та характеристики сучасних електронних приладів; суть фізичних процесів, що відбуваються в електронних компонентах з урахуванням впливу технологічних параметрів і відхилень параметрів елементів схем; їх конструктивні особливості; систему умовних позначень, а також ознайомитись з методом їх розрахунку та особливостями застосування.

вміти:

- вірно вибрати елементну базу при розробці вузлів електронної та телекомунікаційної апаратури; вимірювати їх параметри та визначати характеристики; розпізнавати маркування приладів.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Пасивні електронні компоненти телекомунікаційних систем

Тема 1. Роль електроніки в розвитку сучасних інформаційних технологій.

Деталі радіоелектронної апаратури та їх основні параметри

Мета та задачі дисципліни. Основні етапи розвитку електроніки та її елементної бази. Загальні властивості електронних приладів.

Класифікація. Номінальна величина, допуск, електрична міцність, нормальні умови експлуатації, віброміцність, старіння, технологічність, втрати, стабільність, надійність.

Тема 2. Резистори

Класифікація, основні параметри. Система позначень. Маркування. Резистори постійного опору. Резистори змінного опору. Терморезистори: термістори, позистори. Варистори. Фоторезистори. Принцип дії. Основні параметри. Особливості конструкцій.

Тема 3. Конденсатори

Класифікація та основні параметри конденсаторів. Система позначень. Конденсатори постійної ємності. Конденсатори змінної ємності. Підстроювальні конденсатори. Стабільні конденсатори. Електролітичні конденсатори. Конденсатори змінної ємності з твердим діелектриком. Конструкція конденсаторів та особливості їх застосування.

Тема 4. Котушки індуктивності

Класифікація та основні параметри котушок індуктивності. Система позначень. Типи намоток котушок індуктивності. Розрахунок геометричних розмірів. Розрахунок індуктивності котушок і числа витків. Власна ємність котушок. Добротність котушок індуктивності. Екрановані котушки. Котушки з магнітним осердям. Варіометри. Стабільні котушки. Дроселі високої частоти. Друковані котушки. Конструкції котушок індуктивності.

Тема 5. Дроселі і трансформатори

Класифікація. Система позначень. Основні параметри. Принципи дії. Загальні властивості дроселів. Магнітне коло (магнітопровід). Обмотки трансформаторів і дроселів. Опір, ємність та індуктивність обмоток трансформатора. Особливості розрахунку і конструкції низькочастотних трансформаторів і дроселів різних типів. Особливості розрахунку та конструювання імпульсних трансформаторів.

Тема 6. Основні відомості з фізики напівпровідників

Внутрішня структура напівпровідників. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Температурна залежність провідності напівпровідників. Генерація та рекомбінація носіїв заряду в напівпровідниках. Дрейфові та дифузійні струми в напівпровіднику.

Тема 7. Контактні явища в напівпровідниках

Формування електронно-діркового переходу та його енергетична діаграма. Види переходів. Струм в $p-n$ переході при прямому та зворотному зміщенні. Вольт-амперна характеристика $p-n$ переходу. Опір та ємність $p-n$ переходу. Види пробою $p-n$ переходу. Гетероперехід. Перехід Шоттки.

Тема 8. Напівпровідникові діоди

Класифікація напівпровідникових діодів. Позначення та маркування. Випрямляючі діоди. Імпульсні діоди. Варікапи. Стабілітрони. Тунельні діоди. Високочастотні, надвисокочастотні діоди (діоди Ганна, лавинно-пролітні та інжекційно-прольотні діоди, $p-i-n$ діоди). Фотодіод. Світлодіод. Фізика роботи діодів, їх основні характеристики та параметри. Галузі та особливості застосування.

Змістовий модуль 2. Активні електронні компоненти телекомунікаційних систем та прилади відображення інформації

Тема 9. Біполярні транзистори

Будова та принцип дії біполярного транзистора. Струм транзистора. Коефіцієнт передачі струму емітера. Диференційні опори переходів та ємності транзистора. Схеми включення та статичні характеристики транзистора. Фізична еквівалентна схема біполярного транзистора. Залежність параметрів транзистора від режиму роботи, температури та частоти. Транзистор як лінійний чотирьополісник. Робота транзистора під навантаженням та в ключовому режимі. Гранично допустимі параметри транзистора. Шуми транзистора. Дрейфові транзистори. Складовий транзистор. Багатоемітерний транзистор. Фототранзистор. Конструкції, маркування та позначення біполярних транзисторів.

Тема 10. Польові транзистори

Класифікація та позначення польових транзисторів. Фізика роботи польового транзистора з $p-n$ переходом. Вольт-амперні характеристики та фізична еквівалентна схема транзистора. Основні параметри польового транзистора. Частотні та шумові властивості. МДП транзистор з вбудованим та індукованим каналом. Фізика роботи, вольт-амперні характеристики. Конструкції та маркування польових транзисторів.

Тема 11. Чотиришарові напівпровідникові прилади

Диністори та тиристори. Принцип роботи. Статичні ВАХ, основні параметри. Особливості конструкцій. Позначення та маркування. Приклади серійних приладів. Галузі застосування.

Тема 12. Прилади з зарядовим зв'язком

Класифікація. Фізика роботи. Основні параметри і

характеристики. Галузь застосування. Приклади серійних приладів.

Тема 13. Гібридні інтегральні мікросхеми.

Конструктивні елементи гібридних ІМС. Пасивні елементи. Активні елементи. Безкорпусні напівпровідникові прилади. Основи проектування та технології виготовлення гібридних ІМС.

Тема 14. Напівпровідникові інтегральні мікросхеми.

Принципи виготовлення напівпровідникових ІМС. Компоненти напівпровідникових ІМС. Розробка топології напівпровідникових ІМС. Великі інтегральні мікросхеми.

Тема 15. Електровакуумні та газорозрядні прилади.

Класифікація, Електровакуумний діод, тріод, тетрод, пентод. Газорозрядний стабілітрон, тиратрон. Фізика роботи. Статичні ВАХ. Основні параметри. Позначення та маркування. Галузі застосування. Приклади серійних приладів.

Тема 16. Електронно-променеві трубки.

ЕПТ з електростатичним і електромагнітним відхиленням променя та фокусуванням. Спеціальні види ЕПТ. Принцип дії. Основні параметри та характеристики. Позначення і маркування. Приклади серійних приладів.

Тема 17. Індикатори.

Класифікація. Газорозрядні індикатори. Плазмові панелі. Вакуумні електролюмінісцентні індикатори. Індикатори розжарення. Напівпровідникові індикатори. Індикатори на рідких кристалах. Принцип дії, параметри. Приклади серійних приладів. Лазери. Голографія.

Тема 18. Основні напрямки функціональної електроніки.

Негатроніка. Оптиелектроніка. Хемотроніка. Кріоелектроніка. Акустоелектроніка. Магнетоелектроніка. Діелектрична електроніка. Біоелектроніка. Нейроніка. Аналітичні та графічні критерії оцінки ефективності багато параметричних УПП та керуючих елементів на їх основі. Основи теорії побудови та оптимізації помножувачів індуктивності на основі багато параметричних УПП. Основи побудови та теорії аналізу і синтезу імітансних та оптоімітансних логічних елементів.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальне завдання є однією з форм самостійної роботи студента, яка передбачає створення умов для повної реалізації його творчих можливостей, застосування набутих знань на практиці.

Виконання індивідуальних завдань з дисципліни „Елементна база телекомунікаційних систем” є однією з основних складових самостійної роботи студента, яка призначена для закріплення теоретичних знань і набуття практичних навичок. Індивідуальне завдання виконується студентом самостійно з наданням при необхідності консультацій викладачем.

Індивідуальне завдання для студентів денної форми навчання передбачає підготовку реферату, письмового огляду літературних джерел, та підготовку доповіді на практичному занятті з відповідним аналізом і висновками, роботу в командах по розв'язуванню поставленої проблематики.

ТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

1. Особливості конструкцій резисторів.
2. Конструкції конденсаторів.
3. Конструкції котушок індуктивності.
4. Особливості розрахунку та конструкції імпульсних трансформаторів.
5. Генерація та рекомбінація носіїв заряду в напівпровідниках.
6. Гетероперехід.
7. Перехід Шотткі.
8. Галузі та особливості застосування напівпровідникових діодів.
9. Дрейфовий транзистор.
10. Багатоємнісний транзистор.
11. Прилади з зарядовим зв'язком.
12. Технології виготовлення гібридних ІМС.
13. Области застосування рідиннокристалічних індикаторів та плазмових панелей.
14. Голографія.
15. Напрямки функціональної електроніки.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Деталі радіоелектронної апаратури та їх основні параметри.
2. Резистори: класифікація, основні параметри, умовні графічні позначення, система маркування.
3. Конденсатори: класифікація, основні параметри, умовні графічні позначення, система маркування.
4. Терморезистори.
5. Фоторезистори.
6. Варистори.
7. Котушки індуктивності: класифікація, основні параметри, умовні графічні позначення.
8. Дроселі: класифікація, особливості застосування.
9. Трансформатори: принцип роботи, класифікація, основні параметри.
10. Електрофізичні властивості напівпровідників.
11. Контактні явища контакту в напівпровідниках.
12. *P-n*-перехід в прямому та зворотному включеннях.
13. Температурні та частотні властивості *p-n*-переходу.
14. Контакт метал – напівпровідник. Перехід Шоткі.
15. Гетероперехід.
16. Напівпровідникові діоди: класифікація, умовні графічні позначення, система маркування.
17. Випрямні діоди: принцип роботи, основні параметри, схеми включення.
18. Напівпровідникові стабілітрони: принцип роботи, основні параметри, схеми включення.
19. Високочастотні діоди: принцип роботи, основні характеристики та параметри.
20. Імпульсні діоди: принцип роботи, основні характеристики та параметри.
21. Варикапи: принцип роботи, основні параметри, схеми включення.
22. Тунельні діоди: принцип роботи, основні параметри, схеми включення.
23. Фотодіоди. Режими роботи: вентильний та фотодіодний.
24. Світлодіоди. Принцип роботи та основні характеристики.
25. Лазерні діоди. Принцип вимушеного випромінювання.

26. Біполярні транзистори: система маркування, будова, схеми включення.

27. Принцип роботи біполярних транзисторів.

28. Статичні характеристики біполярних транзисторів.

29. Динамічний режим роботи біполярного транзистора.

30. Підсилювальні властивості біполярних транзисторів.

31. Біполярний транзистор як активний чотириполюсник.

32. Температурні та частотні властивості біполярного транзистора.

33. Біполярний транзистор в ключовому режимі.

34. Параметри біполярного транзистора.

35. Фототранзистори.

36. Польові транзистори: система маркування, схеми включення.

37. Принцип роботи польового транзистора з керуючим *p-n*-переходом.

38. Принцип роботи польового транзистора з ізольованим затвором та вбудованим каналом.

39. Принцип роботи польового транзистора з ізольованим затвором та індукованим каналом.

40. Одноперехідний транзистор. Принцип роботи та характеристики.

41. IGBT-транзистор.

42. Чотиришарові напівпровідникові прилади (тиристори).

43. Конструктивні елементи гібридних інтегральних схем.

44. Компоненти напівпровідникових інтегральних схем.

45. Електронно-променеві трубки: класифікація, основні параметри.

46. Електронно-променеві трубки з електростатичним керуванням.

47. Електронно-променеві трубки з магнітним керуванням.

48. Приймальні електронно-променеві трубки.

49. Передавальні електронно-променеві трубки.

50. Газорозрядні індикатори.

51. Плазмові панелі.

52. Вакуумні електролюмінісцентні індикатори.

53. Напівпровідникові індикатори.

54. Рідиннокристалічні індикатори.

55. Прилади із зарядовим зв'язком.

56. Функціональна мікроелектроніка: оптоелектроніка, акустоелектроніка, магнетоелектроніка, кріоелектроніка, хемотроніка, діелектрична електроніка, біоелектроніка, негатроніка.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Радіоеlementи називаються активними, тому що вони:

- 1) здатні підсилювати електричний сигнал;
- 2) активно працюють;
- 3) можуть передавати електричний струм;
- 4) містять активні хімічні сполуки.

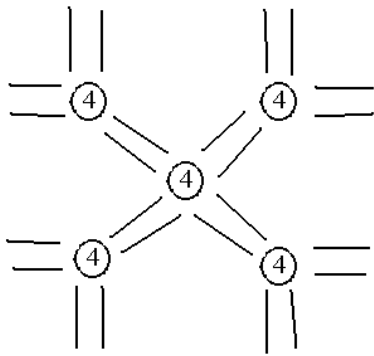
2. Що таке фоторезистор?

- 1) резистор, опір якого залежить від температури;
- 2) резистор, опір якого залежить від магнітного поля;
- 3) резистор, опір якого залежить від освітлення резистора;
- 4) резистор, опір якого залежить від напруженості електричного поля.

3. Які терморезистори мають додатний ТКО?

- 1) резистори; 2) варистори; 3) позистори; 4) термістори.

4. Структурну схему кристалічної ґратки якого напівпровідника зображено на рисунку?

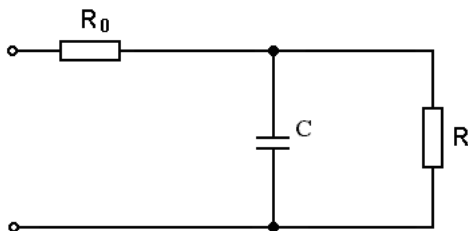


- 1) напівпровідник з 4-х валентною домішкою;
- 2) власний напівпровідник 4-х валентний;
- 3) напівпровідник з 3-х валентною домішкою;
- 4) напівпровідник з 5-и валентною домішкою.

5. Щільність дифузійного струму електронів в напівпровіднику визначається за формулою

- 1) $J_{n.диф} = e \cdot \frac{dn}{dx}$; 2) $J_{n.диф} = D_n \cdot \frac{dn}{dx}$; 3) $J_{n.диф} = e \cdot D_n \cdot \frac{dn}{dx}$;
- 4) $J_{n.диф} = e \cdot D_n \cdot q$.

6. Що зображено на рисунку?



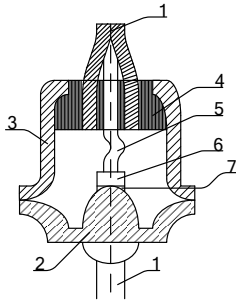
- 1) схема подільника напруги;
- 2) еквівалентна схема резистора;
- 3) еквівалентна схема p-n-переходу;
- 4) схема включення конденсатора.

7. Що означає третій елемент в маркуванні діодів?

- 1) номер розробки;

- 2) матеріал, з якого його виготовлено;
- 3) призначення в межах підкласу;
- 4) підклас.

8. На рисунку зображено конструкцію:



- 1) тиристора;
- 2) випрямного діода;
- 3) біполярного транзистора;
- 4) польового транзистора.

9. Явище тунельного ефекту в тунельному діоді приводить до

- 1) появи зворотного струму;
- 2) появи спадної ділянки на прямій гілці ВАХ;
- 3) появи спадної ділянки на зворотній гілці ВАХ;
- 4) появи пробивної напруги.

10. *P-i-n*-діод на високих частотах веде себе як

- 1) звичайний випрямний діод;
- 2) змінний конденсатор;
- 3) змінний резистор;
- 4) високочастотний діод.

11. Світлодіоди діоди випромінюють

- 1) сонячне випромінювання;
- 2) некогерентне випромінювання;
- 3) когерентне випромінювання;
- 4) радіаційне випромінювання.

12. Які значення має ряд стандартних номінальних значень ЕБ?

- 1) 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8;
- 2) 1,0; 1,8; 2,4; 3,5; 4,5; 6,5;
- 3) 1,2; 1,5; 2,0; 3,2; 4,5; 6,2;
- 4) 1,0; 1,6; 2,3; 3,7; 4,8; 6,2.

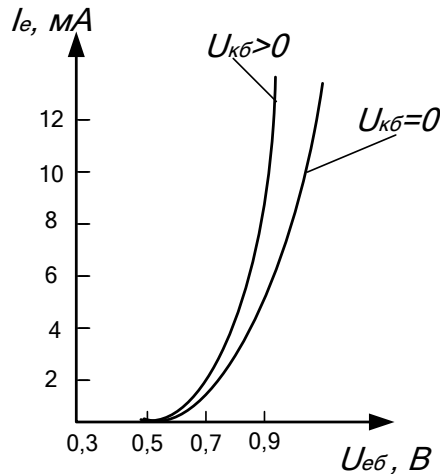
13. Коефіцієнт підсилення за напругою дорівнює 1 для схеми включення біполярного транзистора з

- 1) спільним колектором; 2) спільною базою;
- 3) спільним емітером; 4) спільним стоком.

14. Вхідний опір дорівнює одиниці-десятки Ом для схеми включення біполярного транзистора з

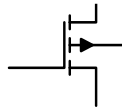
- 1) спільним колектором; 2) спільною базою;
- 3) спільним емітером; 4) спільним стоком.

15. Що зображено на рисунку?



- 1) вхідні статичні характеристики БТ в схемі з СБ;
- 2) вихідні статичні характеристики БТ в схемі з СЕ;
- 3) вхідні статичні характеристики БТ в схемі з СК;
- 4) динамічні характеристики БТ.

16. На рисунку зображено:



- 1) польовий транзистор з вбудованим каналом *p*-типу;
- 2) польовий транзистор з ізольованим затвором і індукованим каналом *p*-типу;
- 3) польовий транзистор з ізольованим затвором і вбудованим каналом *p*-типу;
- 4) польовий транзистор з керуючим *p-n*-переходом з каналом *p*-типу.

17. Діодний тиристор по іншому називається:

- 1) семістор; 2) динистор; 3) тринистор; 4) біністор.

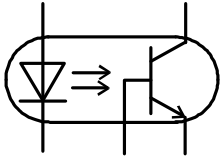
18. Режим роботи фотодіода без зовнішнього джерела живлення має назву:

- 1) вентиляний; 2) крановий; 3) фотодіодний; 4) робочий.

19. В основі роботи рідиннокристалічних індикаторів лежить

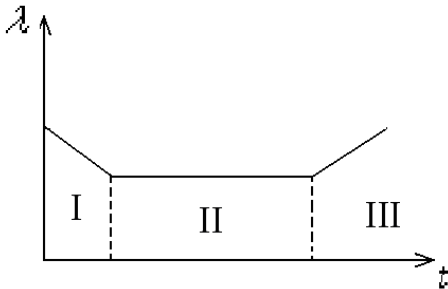
- 1) властивість рідких кристалів генерувати оптичне випромінювання;
- 2) властивість рідких кристалів змінювати орієнтацію під впливом магнітного поля;
- 3) властивість рідких кристалів змінювати орієнтацію під впливом електричного поля та змінювати поляризацію світла;
- 4) властивість рідких кристалів підсилювати електричний сигнал.

20. Що зображено на рисунку?



- 1) фототранзистор;
- 2) транзисторний оптрон;
- 3) діод;
- 4) світлодіод.

21. Залежність якого параметру надійності подано нижче на графіку?



- 1) імовірності безвідмовної роботи від температури;
- 2) інтенсивності відмов від часу;
- 3) імовірності безвідмовної роботи від часу;
- 4) часу безвідмовної роботи від температури.

22. Що таке магніторезистор?

- 1) резистор, опір якого залежить від температури;
- 2) резистор, опір якого залежить від магнітного поля;
- 3) резистор, опір якого залежить від освітлення резистора;
- 4) резистор, опір якого залежить від напруженості електричного поля.

23. Що таке добротність конденсатора?

- 1) відношення реактивної потужності до активної
- 2) відношення активної потужності до повної;
- 3) відношення активної потужності до реактивної;
- 4) відношення реактивної потужності до повної.

24. Трансформатор перетворює:

- 1) змінний струм в постійний;
- 2) постійний струм в змінний;
- 3) постійний струм в постійний;
- 4) змінний струм в змінний.

25. Що таке дрейфовий струм?

- 1) це струм, що виникає внаслідок дифузії носіїв заряду з областей, де їх концентрація підвищена, в напрямку області з більш низькою концентрацією;
- 2) це струм, обумовлений зовнішнім електричним полем;
- 3) це струм, що змінює напрямок від однієї області до іншої;
- 4) це струм, обумовлений збільшенням температури оточуючого середовища.

26. Як утворюється бар'єрна ємність *p-n*-переходу?

- 1) просторовим зарядом іонів домішок обернено зміщеного *p-n*-переходу;

- 2) просторовим зарядом іонів домішок прямо зміщеного p - n -переходу;
- 3) некомпенсованим просторовим зарядом;
- 4) накопиченням рухомих носіїв заряду в n -області.

27. Що відбувається з p - n -переходом із збільшенням частоти?

- 1) перехід втрачає односторонню провідність;
- 2) перехід набуває односторонньої провідності;
- 3) перехід закривається;
- 4) перехід руйнується.

28. Який елемент зображено на рисунку?



- 1) випрямний діод; 2) тунельний діод; 3) стабілітрон; 4) варикап.

29. Послідовне з'єднання випрямних діодів дозволяє:

- 1) збільшити максимальну допустиму зворотну напругу;
- 2) зменшити максимальну допустиму зворотну напругу;
- 3) збільшити максимально допустимий прямий струм;
- 4) зменшити максимально допустимий прямий струм.

30. Для стабілітрона робочою є

- 1) пряма гілка ВАХ; 2) вся гілка ВАХ; 3) зворотна гілка ВАХ;
- 4) ліва частина прямої гілки ВАХ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матвійків М. Д. Елементна база електронних апаратів : підручник / Матвійків М. Д., Когут В. М., Матвійків О. М. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 420 с.
2. Гершунский Б. С. Основы электроники и микроэлектроники / Гершунский Б. С. – К. : Вища школа, 1989. – 423с.
3. Елементна база електронних апаратів. Частина І. Фізичні основи електронної техніки : навчальний посібник / [Філінюк М. А., Лазарєв О. О., Войцеховська О. В. та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 100 с.
4. Філінюк М. А. Технічна електроніка. Курсове проектування : навчальний посібник / М. А. Філінюк, О. В. Войцеховська. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 90 с.
5. Справочник радиолюбителя / под ред. Терещука М. В. – М. : Радио и связь, 1989. – 620 с.
6. Петров К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника : учеб. пособие / К. С. Петров. – СПб. : Питер, 2004. – 522 с.
7. Філінюк М. А. Конструювання та технологія мікроелектронної апаратури. Частина 1. Конструювання елементів мікроелектронної апаратури : навчальний посібник / М. А. Філінюк, О. В. Войцеховська – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 185 с.
8. Колонтаєвський Ю.П. Електроніка і мікросхемо техніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков / за ред. А. Г. Соскова. – К. : Каравела, 2006. – 384 с.
9. Пашаев А. М. Полупроводниковая электроника / А. М. Пашаев, Ф. Д. Касимов, Н. Г. Джавадов, Г. Г. Червяков – Баку : Эра, 2007. – 279 с.

Навчальне видання

ЕЛЕМЕНТНА БАЗА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Методичні вказівки
до самостійної роботи студентів

Редактор В. Дружиніна

Укладач Войцеховська Олена Валеріївна

Оригінал-макет підготовлено О. Войцеховською

Підписано до друку
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк.
Наклад ... пр. Зам. № 2015-

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.
publish.vntu.edu.ua; email: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.