

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до вивчення курсу "Електроніка та мікросхемотехніка"
для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка" заочної форми навчання

2016

Методичні вказівки до вивчення курсу "Електроніка та мікросхемотехніка" для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" заочної форми навчання / Укл.: В.М. Снігірьов, Л.С. Скрупська – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016.– 18 с.

Укладачі: В.М. Снігірьов, доцент, к. т. н.
Л.С. Скрупська, старший викладач

Рецензент: М.О. Поляков, доцент, к. т. н.

Відповідальний
за випуск: П.Д. Андрієнко, професор, д.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри ЕЕА
Протокол № 1
від "16" серпня 2016

Затверджено НМК ЕТФ
Протокол № 1
від 20 вересня 2016 р.

ЗМІСТ

1. Мета і задачі дисципліни "Електроніка та мікросхемотехніка", основні знання та навички, які здобувають студенти при вивченні дисципліни	4
2. Зміст дисципліни	6
3. Питання до контрольних робіт.....	9
4. Контрольні роботи.....	12
Перелік методичної літератури	17

1. МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ "ЕЛЕКТРОНІКА ТА МІКРОСХЕМОТЕХНІКА", ОСНОВНІ ЗНАННЯ ТА НАВИЧКИ, ЯКІ ЗДОБУВАЮТЬ СТУДЕНТИ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення дисципліни – здобути глибокі знання по принципам роботи і будови, по фізичних явищах, які відбуваються в електричних апаратах та мікросхемотехніці та бути готовим до творчого використання здобутих знань на практиці.

Курс "Електроніка та мікросхемотехніка" будується на матеріалах попередніх дисциплін: філософії, вищої математики, фізики, теоретичної механіки, програмування, електричних вимірів, матеріалознавства та інженерного проектування САПР.

У свою чергу цей курс – це основа для таких послідуючих курсів, як електротехнічні та мікропроцесорні апарати, проектування і САПР цих апаратів, теорія автоматичного керування та ін.

Єдність навчального процесу забезпечується розкриттям основних аспектів в усіх розділах курсу. Світоглядні питання пояснюються з точки зору матеріального розуміння складних законів, покладених в основу роботи електротехніки та мікросхемотехніки.

По закінченню вивчення курсу студент повинен знати:

- особливості внутрішньої будови напівпровідникових матеріалів, механізмів утворення електропровідності;
- структуру, принцип роботи, особливості виготовлення та використання електронно-діркового переходу та інших електричних переходів, що використовуються при побудові елементарних приладів (переходи метало-напівпровідник, гетеро-переходи);
- умови виникнення та фізичне пояснення магнітних ефектів, що виникають у напівпровідниках при дії на них зовнішніх факторів (освітлення, магнітного поля, температури, сильного електричного поля, тощо);
- особливості структури та принцип роботи різноманітних резисторів, діодів, біполярних та польових транзисторів, одноперехідних транзисторів, тиристорів. Особливості технології їх виготовлення. Основні характеристики та параметри, схеми вмикання та режими роботи. Вплив на роботу цих приладів паразитних параметрів та температури, умовне графічне позначення, систему

позначень, можливості практичного використання;

- основні відомості про мікросхемо техніку, конструкцію та технологію виготовлення плівкових, гібридних та напівпровідникових інтегральних мікросхем. Особливості виконання пасивних та активних елементів та компонентів в інтегральних мікросхемах різних типів;

- основні відомості про функціональну електротехніку та її основні напрямки (оптоелектроніка, акустoeлектроніка, магнітоелектроніка, кріоелектроніка, хімоелектроніка, біоелектроніка, діелектрична електроніка);

- основні параметри та характеристики підсилюючих пристроїв, принципи схематичної побудови підсилюючих пристроїв різних типів, види зворотного зв'язку, його вплив на роботу підсилюючих пристроїв, основи схемотехніки диференційних та операційних підсилювачів, можливості їх використання при побудові різних електронних пристроїв;

- принципи роботи, основи схемотехніки та можливості використання різноманітних імпульсних пристроїв (лінійних імпульсних пристроїв, електронних ключів, генераторів імпульсних сигналів, тригерів, обмежувачів амплітуди, селекторів імпульсних сигналів);

- основні параметри та характеристики логічних елементів цифрових ІМС, основи схемотехніки логічних елементів різних типів (ТТЛ, ТТАШ, ЕЗЛ, ИИЛ, МДН, КМДН), особливості використання логічних елементів різних типів, причини появи перешкод під час роботи логічних елементів та заходи по їх зменшенню;

- основні відомості про параметри, характеристики та принципи побудови генераторів гармонійних коливань (ГГК), можливості використання різноманітних частотно-залежних ланцюгів при побудові ГГК, заходи по забезпеченню стабільної роботи ГГК;

- основні відомості про параметри, характеристики та принципи побудови цифро-аналогових та аналогово-цифрових перетворювачів, основні методи перетворення.

Після вивчення курсу "Електроніка та мікросхемотехніка" студенти повинні вміти:

- користуватися навчальною, нормативною та довідковою літературою;

- аналізувати схеми електричних пристроїв з використанням різноманітних напівпровідникових приладів, інтегральних схем;
- обирати необхідну елементну базу для різноманітних електронних пристроїв;
- складати електричні, структурні та принципові схеми електронних пристроїв різних типів з дотриманням нормативної документації;
- проводити експериментальні дослідження електричних пристроїв з використанням вимірювальної техніки;
- проводити розрахунки елементів електронних пристроїв;
- забезпечувати дотримання правил охорони праці та пожежної безпеки при організації практичної роботи з електронною апаратурою.

2. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Мета і завдання курсу: Поняття про електротехніку, мікросхемотехніку та силові електронні апарати.

Історія розвитку. Застосування в електричних апаратах [1, с. 3-10; 2, с. 3-10; 3, с. 5-7].

Елементи фізики напівпровідників. Основи зонної теорії твердих тіл. Власні та домішкові напівпровідники. Контактні явища. Електричні переходи. Ефекти у напівпровідниках [2, с. 7-20; 7, с. 5-20; 9, с. 403-406].

Напівпровідникові пристрої. Напівпровідникові резистори: варистори, терморезистори, магніторезистори. Принцип дії, параметри, характеристики, умовне графічне позначення, конструкція.

Діоди. Основні визначення, класифікація. Основні відомості про технології. Виготовлення діодів. Вплив технології виготовлення діодів, її характеристики та параметри. Випрямляючі діоди токів, імпульсні, високочастотні діоди, стабілітрони, варикапи, тунельні діоди, зворотні діоди [1, с. 18-20; 2, с. 21-36; 3, с. 20-29; 13, с. 227-280].

Біполярний транзистор. Будова. Принцип дії. Схема включення (ОС; ОБ; ОК) та характеристики. Моделі транзистора. Схеми заміщення та параметри (h та Y - параметри). Динамічні характеристики. Межові режими роботи.

Польові транзистори с р-n-p - переходом.

Польові транзистори з ізольованим затвором.

Принцип дії, основні характеристики та параметри, області призначення. р-n-умовне графічне позначення, конструкція застосування [1, с. 20-25, 28-34; 3, с. 42-62; 13, с. 31-42, 227-292].

Сольові напівпровідникові прилади. Призначення. основні вимоги до них. Діністори. Структурне і схематичне зображення. Схеми заміщення. Вольт-амперна характеристика. Схеми включення та виключення.

Тиристори. Вольт-амперна характеристика. "Ефект dU/dt ". Динамічні характеристики тиристора [1, с. 28-34; 3, с. 6-73; 9, с. 549-550; 13, с. 288-292].

Опто-електронні пристрої. Джерела світла (світлодіоди, лазери). Приймачі світла (фоторезистор, фотодіод, фототиристор). Оптрон [9, с. 339-352; 13, с. 295-297].

Мікроелектроніка. Причина виникнення. Мініатюризація та

інтеграція приладів та пристроїв. Інтегральні схеми. Їх вид. Ступінь інтеграції. Технологія виготовлення. Области призначення [9, с. 305-308; 13, с. 347-378].

Підсилювачі. Основні характеристики та параметри. Підсилювальні каскади. Схеми та стабілізація точки спокою. Двотактний каскад. Диференційний каскад. Фазоінверсний каскад. Багатокаскадні підсилювачі. Підсилювачі потужності з трансформаторним вмиканням навантаження. Двохтактні безтрансформаторні підсилювачі. Зворотній зв'язок у підсилювачах. Види та основні властивості.

Операційні підсилювачі (ОП). Основні параметри та характеристики. Інвертуючі та неінвертуючі вмикання ОП. Суматор на ОП. Інтегратор на ОП. Диференціатор на ОП. Вибірчі LC- і RC-підсилювачі [3, с. 180-196, 197-204; 9, с. 13; 13, с. 313-326].

Основні положення алгебри-логіки. Реалізація функцій алгебри-логіки за допомогою логічних елементів.

Денна форма навчання [1, с. 142-144; 3, с. 123-130; 9, с. 256-257; 13, с. 329-344].

Комбінаційні цифрові вузли. Шифратор. Дешифратор. Суматор. Мультиплексор. Демультимплексор [3, с. 274-300; 13, с. 343-344].

Цифрові вузли з пам'яттю. RS, D, JK-тригери, лічильники, регістри пам'яті та зсуву [1, с. 134-160; 13, с. 381-411].

Повторні джерела живлення. Структурні схеми, параметри, класифікація. Робота випрямляча на різні види навантажень. Компенсаційний, параметричний стабілізатор [1, с. 189-194; 13, с. 301-311]. Мультивібратори та формувачі: чекаючі, автоколивальні мультивібратори на дискретних елементах, операційних підсилювачах, логічних елементах [1, с. 119-125].

Генератори пілообразної напруги (ГПН). Способи формування, параметри, прості ГПН, ГПН зі стабілізатором струму, генератори функцій [1, с. 125-133; 13, с. 381-411].

Цифро-аналогові та аналогові цифрові перетворювачі: ЦАП з резистивним ланцюгом. R-2R, ЦАП з транзисторним ланцюгом заданих вагомих струмів. Структура ЦАП [1, с. 165-168; 3, с. 274-300].

Фільтри: АИХ та ФИХ [1, с. 198-205; 13, с. 309-310].

Пульсуючі регулятори потужності. Структурна схема. Керуюча схема одно-та двополярного регулятора потужності [1, с. 106-133; 3, с. 361-379; 13, с. 347-353].

3. ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

1. Дати пояснення провідника, діелектрика та ніпівпровідника. Р-n - перехід. Основні та неосновні носії. Усунений р-n - перехід.
2. Вирівнюючі діоди. Принцип дії. Характеристики.
3. Принцип дії біполярного транзистора. Основні залежності $I_K f(I_\sigma)$.
4. Схеми вмикання біполярних транзисторів. Переваги та недоліки.
5. Принцип дії польового транзистора з р-n – переходом. Основні характеристики.
6. Польові транзистори з ізольованим запобіжником. Основні характеристики.
7. Пояснення принципу дії варікапа, стабілітрона, тунельного діода, зворотного діода. Їх характеристики. Призначення.
8. Призначення схеми біполярного транзистора в h-параметрах та Y-параметрах.
9. Пояснення призначення та принципу роботи силових напівпровідникових пристроїв: діністорів, тиристорів та сімісторів. Їх характеристики. Область застосування.
10. Поняття про інтегральні схеми. Ступінь інтеграції технології виготовлення та області застосування.
11. Основні характеристики та параметри навантаження електричних сигналів.
12. Принцип дії підсилювальних каскадів.
13. Підсилювальний каскад на транзисторі з загальним емітером.
14. Підсилювальний каскад на транзисторі з загальним колектором.
15. Фазоінверсний каскад.
16. Багатокаскадні підсилювачі.
17. Підсилювач зі зворотним зв'язком.
18. Режими роботи підсилювачів потужності.
19. Підсилювачі потужності в режимі "А" з трансформаторним вмиканням навантаження.
20. Двохтактний підсилювач потужності.

21. Поняття про двохтактні безтрансформаторні підсилювачі потужності.

22. Диференціальний каскад.

23. Операційні підсилювачі. Призначення. Характеристики.

Параметри.

24. Неінвертуюче вмикання операційних підсилювачів.

25. Інвертуюче вмикання операційних підсилювачів.

26. Повторювальні навантаження на операційних підсилювачах.

27. Суматор на операційних підсилювачах.

28. Інтегратор на операційних підсилювачах.

29. Диференціатор на операційних підсилювачах.

30. Перемножувач струму в напругу на операційних підсилювачах.

31. Помножувач на операційних підсилювачах.

32. Дільник на операційних підсилювачах.

33. Логічний підсилювач на операційних підсилювачах.

34. Основні положення алгебри логіки.

35. Реалізація функцій алгебри логіки за допомогою логічних елементів.

36. Поняття про електронні логічні елементи.

37. Однозарядний двійковий суматор.

38. Дешифратор.

39. Мультиплексор.

40. Властивості комбінаційних та послідовних схем.

41. Класифікація тригерів.

42. RS-тригер.

43. D-тригер.

44. JK-тригер.

45. Регістри пам'яті та зсуву.

46. Лічильники, класифікація та характеристики.

47. Мультивібратор на біполярних транзисторах.

48. Мультивібратор на операційних підсилювачах.

49. Мультивібратор на логічних елементах.

50. Чекаючий мультивібратор на біполярних транзисторах.

51. Чекаючий мультивібратор на операційних підсилювачах.

52. Чекаючий мультивібратор на логічних елементах.

53. Блокінг-генератор.

54. Принцип формування пілообразного навантаження.
55. Найпростіший генератор пілообразної напруги.
56. Генератори пілообразної напруги зі стабілізацією струму.
57. Простіший цифро-аналоговий перетворювач.
58. Простіший цифро-аналоговий перетворювач на резисторній схемі R-2R.
59. Простіший цифро-аналоговий перетворювач з ланцюговою схемою на транзисторах.
60. Поняття про найпростіший цифро-аналоговий перетворювач.
61. Генератори функцій.
62. Поняття про фільтри.
63. Фільтри низькочастотні.
64. Фільтри високочастотні.
65. Полосопропускаючі фільтри.
66. Полосозагороджуючі фільтри.
67. Поняття про активні фільтри.
68. Класифікація ІВП.
69. Параметри ІВП.
70. Блок-схеми ІВП.
71. Робота однофазного випрямляча на активно-ємнісній навантаженні.
72. Параметричний стабілізатор.
73. Блок-схема послідовного та паралельного компенсаційного стабілізатора.
74. Компенсаційний стабілізатор.
75. Поняття про імпульсні регулятори потужності.
76. Аналогова керуюча схема однополюсного регулятора потужності.
77. Цифрова керуюча схема однополюсного регулятора потужності.
78. Аналогова керуюча схема однополюсного регулятора потужності для формування двополюсного керуючого впливу.
79. Цифрова керуюча схема однополюсного регулятора потужності для формування двополюсного керуючого впливу.

4. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

В процесі вивчення курсу "Електроніка та мікросхемотехніка" виконуються дві контрольні роботи, які містять відповіді на питання до задачі.

Відповіді повинні бути конкретними, містити математичні вирази, які визначають фізичні основи процесів або конструктивні рішення.

Контрольні роботи підлягають захисту при співбесіді з викладачем під час консультацій, згідно семестрового графіку. Іногороднім студентам висилають контрольні роботи поштою.

Якщо робота не залікована, то усі необхідні виправлення потрібно вносити у тому ж зошиті після підпису рецензента. При цьому не можна вносити правки в текст або рисунки, вже перевірені рецензентом.

Контрольна робота № 1

При виконанні контрольної роботи № 1 необхідно письмово відповісти на контрольне питання (питання наведено в таблиці 4.1), із вказівкою літератури, звідки взято матеріал та вирішити задачу 1.1 (вихідні дані наведено в таблиці 4.2).

Таблиця 4.1 – Варіанти контрольних питань для роботи № 1

Передостан- ня цифра шифру	Остання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6	31	32	33	34	35	1	2	3	4	5
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Задача 1.1

На рис. 4.1 представлено схему включення стабілітрона та його типову характеристику, рис. 4.2 – із урахуванням її нахилу в режимі пробую. Дані для розрахунку наведено в таблиці 4.2.

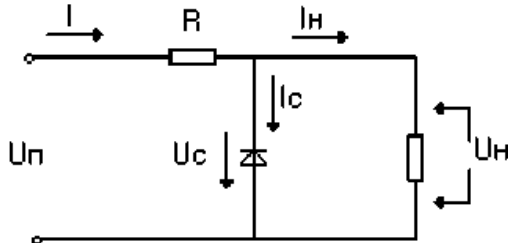


Рисунок 4.1 – Схема включення стабілітрона

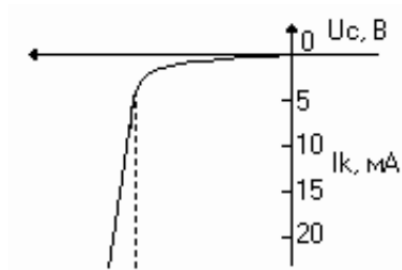


Рисунок 4.2 – Типова характеристика стабілітрона з урахуванням її нахилу в режимі пробую

Необхідно визначити:

а) яка максимальна потужність, що розсіюється на стабілітроні при напрузі $U_{п}$, В?

б) який максимальний струм навантаження можна отримати при $U_{п}$, В?

в) як зміниться вхідна напруга ненавантаженого стабілітрона при падінні напруги, що виходить, до $U_{п}$, якщо динамічний опір рівний Z_g , Ом?

г) Як зміниться напруга, що виходить, при збільшенні струму, який протікає через стабілітрон, на ΔI , мА?

Таблиця 4.2 – Варіанти вихідних даних до задачі 1.1

Остання цифра шифру	Параметри схеми					
	Напруга живлення U_{II}, B	Напруга U_{III}, B	Струм $\Delta I, mA$	Динамічний опір $Z_g, Ом$	U_c, B	$R, кОм$
9	19	9	5	20	5	1,0
8	18	8	4	18	5	1,1
7	17	7	5	16	5	1,2
6	16	6	4	17	5	0,9
5	15	10	5	21	5	0,8
4	14	11	4	22	5	1,3
3	20	12	5	19	5	1,1
2	21	13	4	17	5	1,2
1	22	14	5	22	5	1,0
0	23	15	4	22	5	0,9

Методичні вказівки до розв'язку задачі 1.1:

а) за відсутності навантаження потужність, яку розсіює діод, визначається за виразом [7]

$$P_{\max} = U_c \cdot I_c = U_c \cdot I, \quad (4.1)$$

де U_c – падіння напруги на стабілітроні; I_c – струм через стабілітрон, рівний I , тобто струму від джерела при відсутності навантаження і визначається за виразом

$$I = \frac{U_n - U_c}{R}. \quad (4.2)$$

б) по пункту "а" ми отримали I , при відомому U_{II} . Тепер, щоб опинитися за згином характеристики пробою, рис. 1.2, повинна виконуватися нерівність $I_c > 5$, тоді максимально можливий струм навантаження рівний

$$I_n = I - I_c. \quad (4.3)$$

в) визначити струм через стабілітрон без навантаження при U_{III}

$$I_c = \frac{U_{n1} - U_c}{R} \quad (4.4)$$

Потім визначається величина, на яку зміниться напруга, що виходить

$$U_{\epsilon} = Z_g (I - \Delta I). \quad (4.5)$$

Тут необхідно зробити висновок, на скільки відсотків зміниться напруга, що виходить, і як це вплине на коефіцієнт стабілізації.

г) при збільшенні падіння вхідної напруги зміниться на величину. Яка визначається виразом

$$U_{\epsilon}' = \Delta I \cdot Z_g. \quad (4.6)$$

Контрольна робота № 2

При виконанні контрольної роботи № 2 необхідно письмово відповісти на контрольне питання (питання наведено в таблиці 4.3), із вказівкою літератури, звідки взято матеріал та розв'язати задачу 2.1 (вихідні дані наведено в таблиці 4.4).

Таблиця 4.3 – Варіанти контрольних питань до роботи №2

Передостан- ня цифра шифру	Остання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
8	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
7	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
6	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
5	76	77	78	79	36	37	38	39	40	41
4	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
3	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
2	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
1	72	73	74	75	76	77	78	79	36	37
0	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47

Задача 2.1

Транзистор, що має тепловий опір між переходом та корпусом

$R_{нк}$ повинен розсіювати потужність $P_{кэ}$ при температурі навколишнього середовища Q_c . Для підвищення надійності температуру переходу обмежують Q_n °С.

У складальній конструкції є шайба та силіконова змазка. Теплові опори її рівні R_{th} . Прийняти, що 1см² металевої поверхні тепловідводу має теплові опори R'_{th} .

Визначити, яка повинна бути площа тепловідводу. Дані для розрахунку наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Варіанти вихідних даних до задачі 2.1

Остання цифра шифру	Параметри схеми					
	$R_{нк},$ К/Вт	$P_{кэ},$ Вт	$Q_c,$ °С	$Q_n,$ °С	$R_{th},$ К/Вт	$R'_{th},$ К/Вт
9	19	9	5	20	5	1,0
8	18	8	4	18	5	1,1
7	17	7	5	16	5	1,2
6	16	6	4	17	5	0,9
5	15	10	5	21	5	0,8
4	14	11	4	22	5	1,3
3	20	12	5	19	5	1,1
2	21	13	4	17	5	1,2
1	22	14	5	22	5	1,0
0	23	15	4	22	5	0,9

Методичні вказівки до розв'язку задачі 2.2.

Визначається тепловий опір між корпусом і тепловідводом, з урахуванням, що силіконова змазка зменшує тепловий опір приблизно на 40%

$$R_{КТ} = R_{th} - R_{th} \cdot 0.4.$$

Визначається тепловий опір між переходом та навколишнім середовищем

$$R_{ТС} = R_{ПС} + R_{КТ} + R_{ПК}, \quad (4.7)$$

де $R_{ПС}$ - тепловий опір перехід-середовище, К/Вт; $R_{ПК}$ - тепловий опір перехід-корпус, К/Вт; $R_{КТ}$ - тепловий опір

корпус-тепловідвід, K/Wm ; R_{TC} - тепловий опір тепловідвід-середовище, K/Wm .

Визначаються теплові опори перехід-середовище, які можна визначити також по виразу

$$R_{TC} = (Q_{II} - Q_C) / P_{КЭ}.$$

Визначається площа поверхні тепловідводу

$$II = R'_{th} \cdot 1cm^2 / R_{TC}.$$

ПЕРЕЛІК МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбачев Н.Г., Промышленная электроника, М.: Энергоиздат, 1998.-320 с.
2. Жеребцов И.П. Основы электроники, Л.: Энергоиздат, 1990.-352 с.
3. Прянишников В.А. Электроника, СПб, 1998. - 406 с.
4. Электротехника и электронные аппараты. /Под ред. Розанова Ю.К., Акимова Е.Г. и др. /М.: Энергоиздат, 1998 - 760с.
5. Панфилов Д.Й., Кепурин Н.Н. и др. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench: В 2 т. - т. 2: Электроника. - М.: ДОДЗКА, 2000 - 325с.
6. Классен К.Б. Основы измерений, электронные методы и приборы в измерительной технике. Пост. Маркет., М.: 2000 - 352с.
7. Джонс М.Х. Электроника – практический курс. Пост. Маркет., М.: 1990-528с.
8. Руденко В.С., Ромашко В Я. та ін. Промислова електроніка: - К.: Либідь, 1993-432с.
9. Электроника. Энциклопедический словарь. /Под ред. Колесникова В.Г., Афанасьева В.А., Валиева К.А. и др., М.: Сов. Энциклопедия, 1991 -688с.
10. Третьяков В.А. Задачник по электронным приборам. М.: Энергоиздат, 1983 -280с.

11. Сборник задач по электронике и основам электротехники . /Под ред. Герасимова В.Г. М.: Высшая школа, 1987 - 288с.
12. Хабловски И., Скулимовски В. Электроника в вопросах и ответах. М.: Радио и связь, 1984 - 304с.
13. Будішев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник - Львів. Афіша, 2001 -210с.
14. Методичні вказівки до вивчення курсу "Електроніка та мікросхемотехніка". /Під ред. Снігірьова В.М., Полякова М.О. та ін. Запоріжжя: ЗДТУ, 2000 -30с.
15. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Електроніка та мікросхемотехніка". /Під ред. Снігірьова В.М. та ін. Запоріжжя: ЗДТУ, 1999 -53с.
16. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Електроніка та МСТ" для студентів спеціальності 8.092206.02. "Електричні апарати" усіх форм навчання. /Укл.: Снігірьов В.М., - Запоріжжя: ЗДТУ, 2002 - 34с.
17. Methodical instructions for execution the course dessig on Electronics and microcircuitry for the students of speciality 8.092206.02 "Electric apparatuses" of all study forms. /Comp. V.M. Snigiryov. – Zaporozhye: ZNTU, 2002 -30 p.
18. Методичні вказівки по виконанню курсового проекту по дисципліні " Електроніка та МСТ" для студентів спеціальності 8.092206.02. "Електричні апарати" усіх форм навчання. /Укл.: Снігірьов В.М., - Запоріжжя: ЗДТУ, 2001 – 14 с.