

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет інформаційних технологій і математики
Кафедра комп'ютерних наук та кібербезпеки

СИЛАБУС
нормативного освітнього компонента
СХЕМОТЕХНІКА ПРИСТРОЇВ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ
ІНФОРМАЦІЇ
Підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Спеціальності 125 Кібербезпека та захист інформації
Освітньо-професійної програми Кібербезпека та захист інформації

Силабус нормативного освітнього компонента «Схемотехніка пристроїв технічного захисту інформації» підготовки бакалаврів, галузі знань 12 Інформаційні технології, спеціальності 125 Кібербезпека та захист інформації, за освітньою програмою Кібербезпека та захист інформації

Розробник: Федосов Сергій Анатолійович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:  Чернящук Н.Л.

протокол № 4 від 21.11.2024 р.

Завідувач кафедри:  Гришанович Т. О.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній ступінь	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	Галузь знань 12 Інформаційні технології, спеціальність 125 Кібербезпека та захист інформації, освітньо-професійна програма Кібербезпека та захист інформації освітній рівень бакалавр	Нормативна
Кількість годин/кредитів 120 / 4		Рік навчання 3
		Семестр 6-ий
		Лекції 30 год.
		Практичні 16 год. Лабораторні 18 год.
ІНДЗ: немає		Самостійна робота 48 год.
		Консультації 8 год.
		Форма контролю: екзамен
Мова викладання	Українська	

II. Інформація про викладача

ППІ: Федосов Сергій Анатолійович
Науковий ступінь: доктор фізико-математичних наук
Вчене звання: професор
Посада: професор кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки
Контактна інформація: тел. 067 78 69 124,
e-mail: s.fedosov@lntu.edu.ua, fedosov.serhiy@gmail.com
Дні занять: <http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація освітнього компонента

Освітній компонент «Схемотехніка пристроїв технічного захисту інформації» в системі підготовки здобувачів освіти бакалаврського рівня спеціальності 125 Кібербезпека та захист інформації відіграє роль однієї з основних дисциплін. Освітній компонент забезпечує знання із основ проєктування та розробки радіоелектронного обладнання та знаннями із принципами дії як окремих радіоелементів, так і електронних пристроїв в цілому.

2. Мета і завдання освітнього компонента

Мета: формування у здобувачів освіти компетентностей необхідних для розуміння теоретичних та практичних основ схемотехніки, ознайомлення з сучасними системи проєктування РЕА, формування знань, необхідних для вирішення типових завдань проєктування аналогових та цифрових електронних схем, а також дослідження технічної експлуатації різноманітних аналогових і цифрових пристроїв.

Завдання: набути сукупність знань, умінь і навичок, відповідно до ОП «Кібербезпека та захист інформації» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

3. Результати навчання (компетентності)

Загальні компетентності

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 8. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахові компетентності

СК 2. Здатність використовувати інформаційні технології, сучасні методи і моделі кібербезпеки та системи захисту інформації.

СК 3. Здатність забезпечувати неперервність бізнес-процесів згідно встановленої політики кібербезпеки та захисту інформації.

СК 5. Здатність відновлювати функціонування інформаційних та інформаційно-комунікаційних систем після реалізації загроз, здійснення кібератак, збоїв і відмов різних класів та походження.

СК 7. Здатність здійснювати професійну діяльність на основі впровадженої системи управління інформаційною та кібербезпекою.

СК 9. Здатність застосовувати методи та засоби технічного захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності.

СК 10. Здатність виконувати моніторинг інформаційних процесів, аналізувати, виявляти, оцінювати можливі вразливості та загрози інформаційному простору й інформаційним ресурсам згідно з встановленою політикою інформаційної безпеки.

Програмні результати навчання

РН 1. Вільно спілкуватися державною мовою усно та письмово при виконанні професійних обов'язків.

РН 7. Застосовувати й адаптувати теорії інформації та кодування, математичної статистики, чисел, криптографії та стеганографії, оброблення і передачі сигналів тощо, принципи, методи, поняття кібербезпеки та захисту інформації у навчанні та професійній діяльності.

РН 8. Застосовувати знання й розуміння математики та фізики в професійній діяльності, формалізувати задачі предметної галузі кібербезпеки та захисту інформації, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення.

РН 11. Планувати підготовку та забезпечувати неперервність бізнес-процесів в організаціях згідно зі встановленою політикою кібербезпеки з урахування вимог до захисту інформації.

РН 17. Забезпечувати функціонування системи управління кібербезпекою і захистом інформації організації, включаючи персонал та управління наслідками реалізації загроз інформаційній безпеці в кризових ситуаціях, на основі здійснення процедур кількісної і якісної оцінки ризиків.

РН 20. Визначати загрози створення технічних каналів витоку інформації на об'єктах інформаційної діяльності; впроваджувати засоби і заходи технічного захисту інформації від витоку технічними каналами, проводити обслуговування і контроль стану апаратних засобів захисту інформації та комплексів технічного захисту інформації.

РН 21. Виконувати впровадження, підтримку, аналіз ефективності систем виявлення несанкціонованого доступу, дій з інформацією в інформаційній системі, вразливостей, можливих загроз інформаційному простору й інформаційним ресурсам та використовувати комплекси захисту для забезпечення необхідного рівня захищеності інформації в інформаційних системах.

4. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ. роб.	Лабор. роб.	Сам. роб.	Конс.	Форма контр./ Бали
Змістовий модуль 1. Елементи напівпровідникової електроніки							
Тема 1. Вступ. Напівпровідники. Напівпровідникові <i>p-n</i> переходи	8	2	–	2	2	2	ЛР/2
Тема 2. Напівпровідникові резистори. Напівпровідникові діоди	6	2	–	2	2	–	ЛР/2
Тема 3. Біполярні та польові транзистори	6	2	–	2	2	–	ЛР/2
Тема 4. Тиристори	6	2	–	2	2	–	ЛР/2
Тема 5. Оптоелектронні елементи	6	2	–	2	2	–	ЛР/2
Разом за модулем 1	32	10	–	10	10	2	10
Змістовий модуль 2. Аналогова схемотехніка							
Тема 6. RC-підсилювачі напруги на біполярних транзисторах	6	1	2	1	1	1	РЗ/2
Тема 7. Частотні характеристики RC-підсилювачів звукових частот	6	1	2	–	2	1	РЗ/2
Тема 8. Підсилювачі потужності	5	1	2	–	2	–	РЗ/2
Тема 9. Вплив температури на характеристики і параметри транзисторних підсилювачів	5	1	2	–	2	–	РЗ/2
Тема 10. Зворотні зв'язки в підсилювачах	5	1	2	–	2	–	РЗ/2
Тема 11. Підсилювачі постійного струму. Дрейф нуля і способи його зменшення	7	1	2	–	2	2	РЗ/2
Тема 12. Аналогові мікроелектронні структури. Операційні підсилювачі в інтегральному виконанні	5	1	–	1	3	–	ЛР/2
Тема 13. Побудова вирішальних структур на базі операційних підсилювачів	5	1	–	1	3	–	ЛР/2
Тема 14. Вибірні (селективні) підсилювачі	5	1	2	–	2	–	РЗ/2
Тема 15. Генератори періодичних коливань LC-типу. RC-генератори	5	1	–	1	3	–	ЛР/2
Разом за модулем 2	54	10	14	4	22	4	20
Змістовий модуль 3. Імпульсні пристрої. Основи цифрової схемотехніки							
Тема 16. RC-ланки під час імпульсного впливу	8	2	2	–	2	2	РЗ/2
Тема 17. Формувачі прямокутних	6	2	–	1	3	–	ЛР/2

імпульсів							
Тема 18. Мульти- й одновібратори. Генератори лінійно змінюваної напруги	6	2	–	1	3	–	ЛР/2
Тема 19. Основи цифрової схемотехніки	7	2	–	1	4	–	ЛР/2
Тема 20. АЦП та ЦАП	7	2	–	1	4	–	ЛР/2
Разом за модулем 3	34	10	2	4	16	2	10
Види підсумкових робіт							Бал
Модульна контрольна робота 1							15
Модульна контрольна робота 2							30
Модульна контрольна робота 3							15
Всього годин / Балів	120	30	16	18	48	8	100

*Методи контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач/кейсів, ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота студента, ЛР – лабораторна робота, РМГ – робота в малих групах, МКР/КР – модульна контрольна робота/контрольна робота

5. Самостійна робота

Самостійна робота здобувача є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов’язкових навчальних занять, без участі викладача. Самостійна робота включає:

Підготовка до практичних та лабораторних робіт – 10 год. Перевірка здійснюється під час практичних та лабораторних занять.

Систематизація вивченого матеріалу перед модульними контрольними роботами – 6 год. Перевірка здійснюється під час контрольних заходів.

Вивчення тем, що не розглядаються в курсі лекцій – 6 год. Перевірка здійснюється під час модульних контрольних заходів і оцінюється відповідною кількістю балів.

Завдання для самостійного опрацювання

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Напівпровідникові наноструктури	1
2	Використання тиристорів для регулювання потужності	1
3	Підсилювач напруги на польовому транзисторі за схемою із спільним витоком	1
4	Методи розрахунку нелінійних спотворень	1
5	Схеми логарифмування та антилогарифмування на ОП	1
6	Компаратори. Приклади використання тригерів	1
Разом		6

6. Політика оцінювання

Відвідування лекцій та відсутність на них здобувачів вищої освіти не оцінюється. Однак, рекомендується здобувачам освіти відвідувати лекційні заняття, оскільки на них докладно викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для успішного завершення курсу. Система оцінювання даного освітнього компонента орієнтована на отримання балів за активність здобувача вищої освіти, а також виконання ним завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Політика щодо дедлайнів та перескладання. Робота вважається виконаною вчасно, якщо викладач отримав звіт з її виконання не пізніше кінця доби наступної лабораторної чи практичної роботи. У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

Контрольні заходи впродовж навчання реалізуються трьома модульними контрольними роботами (по 15, 30, 15 балів кожна).

Роботи, які містять плагіат оцінюються нульовим балом. Під час виконання практичних робіт, підсумкових робіт та інших видів навчальної діяльності здобувач вищої освіти повинен дотримуватися правил академічної доброчесності. Правила академічної доброчесності описані у статті 42 Закону України Про Освіту (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-650729-18#Text>) та у Кодексі академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (http://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Academ_Dobr_Code.docx).

Здобувач вищої освіти має право оскаржити результати оцінювання його діяльності шляхом написання листа на ім'я декана факультету, у якому аргументовано вказано з яким значенням оцінки його діяльності він не погоджується.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 11 вересня 2020 року здобувачу вищої освіти можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

У даному курсі передбачено заохочувальні бали за наукову діяльність здобувача освіти, які становлять у сумі не більше 10 балів. За публікацію тез доповідей на конференції додатково нараховується 3 бали, за публікацію статті у фаховому виданні 7 балів.

7. Підсумковий контроль

У процесі вивчення освітньої компоненти використовуються такі методи оцінювання навчальної роботи здобувача вищої освіти:

- поточне тестування та опитування;
- розв'язування практичних задач;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- модульні контрольні роботи;
- питання на екзамен.

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням модульних контрольних робіт, підготовлених викладачем.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з курсу визначається так:

- кількість балів за поточне оцінювання – 40 балів (16 балів практичні заняття та 24 бали лабораторні заняття);
- модульний контроль – 60 балів (15 балів модульна контрольна робота 1, 30 балів модульна контрольна робота 2 та 15 балів модульна контрольна робота 3).

Модульний контроль/іспит проводяться у письмовій формі. Білет містить завдання різної складності із зазначенням кількості балів за кожне завдання. Після перевірки здобувач освіти отримує роботу із зауваженнями викладача та підсумковою оцінкою.

За згодою здобувача освіти підсумкова семестрова оцінка виставляється без складання іспиту за результатами поточного і модульного контролю у випадку, якщо він успішно виконав усі завдання, передбачені силабусом, і набрав при цьому не менше, як 75 балів.

У випадку незадовільної підсумкової семестрової оцінки або за бажанням підвищити рейтинг, здобувач складає іспит у формі тестового контролю. У цьому випадку на іспит виноситься 60 балів, а бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються. Остаточна кількість балів буде рівна сумі балів, набраних здобувачем освіти за поточне оцінювання, та кількості балів, набраних на іспиті.

Перелік питань на екзамен

1. Напівпровідники.
2. Напівпровідникові переходи і контакти.
3. Напівпровідникові діоди.

4. Основні параметри та види діодів.
5. Вимірювання параметрів діодів.
6. Напівпровідникові резистори.
7. Біполярні транзистори.
8. Польові транзистори.
9. Вимірювання параметрів транзисторів.
10. Тиристори.
11. Однофазні випрямлячі.
12. Згладжувальні фільтри.
13. Оптоелектронні елементи.
14. Підсилювальні пристрої. Основні означення.
15. Класифікація і структурна схема підсилювачів.
16. Підсилювач напруги на біполярному транзисторі за схемою із спільною базою.
17. Підсилювач напруги на біполярному транзисторі за схемою із спільним емітером.
18. Вимірювання параметрів підсилювачів.
19. Звукові частоти. Характерні області звукових частот.
20. Характеристики підсилювачів напруги в області середніх звукових частот.
21. Узгодження джерела сигналу з навантаженням. Класифікація підсилювачів потужності.
22. Однотактні підсилювачі потужності.
23. Частотні характеристики підсилювачів потужності.
24. Вплив температури на характеристики і параметри транзисторних підсилювачів.
25. Температурна стабілізація і компенсація каскадів транзисторних підсилювачів.
26. Класифікація зворотних зв'язків.
27. Призначення і основні характеристики підсилювачів постійного струму.
28. Підсилювачі струму з безпосередніми зв'язками.
29. Класифікація аналогових інтегральних мікросхем. Елементи їх схемотехніки.
30. Операційні підсилювачі.
31. Операційні підсилювачі з інвертуванням і без інвертування сигналу.
32. Суматори, диференціатори та інтегратори на операційних підсилювачах.
33. Характеристики паралельного і послідовного коливального контурів.
34. Вибіркові підсилювачі LC типу.
35. Загальні положення теорії вибірових RC систем.
36. Методи аналізу умов збудження генераторів.
37. Засоби і методи вимірювань параметрів сигналів генераторів сигналів.
38. LC генератор на польовому транзисторі з контуром у колі затвора.
39. Загальні положення теорії RC генераторів.
40. RC з фазообертальними ланками.
41. Імпульси, класифікація, характеристики, параметри.
42. Проходження імпульсів через RC-ланки.
43. Інтегровальні RC-ланки.
44. Основи цифрової схемотехніки.
45. Обмежувачі на діодах послідовного і паралельного типів.
46. Розрахунки транзисторних ключів.
47. Мульти- й одновібратори. Генератори лінійно змінюваної напруги.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання

82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перескладання

8. Рекомендована література та інтернет-ресурси

Основна:

1. Освітня програма «Кібербезпека та захист інформації» підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 125 Кібербезпека та захист інформації галузі знань 12 Інформаційні технології (протокол № 7 Вченої ради ВНУ ім. Лесі Українки від 31.05.2024 р.).

2. Кевшин А.Г., Новосад О.В., Федосов С.А. Електроніка : задачі. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 48 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 1 від 23.09.2020 р.).

3. Новосад О. В., Федосов С. А., Божко В. В., Кевшин А. Г. Електроніка : метод. рек. до лаб. роб. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 87 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол № 3 від 18.11.2020 р.).

4. Ящинський Л.В., Федосов С.А. Електроніка. *Фізичні процеси в автомобілях* : курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ... денної та заочної форм навчання / уклад. Л.В. Ящинський, С.А. Федосов. Луцьк : ЛНТУ, 2024. С. 79–93 с.

5. Anil K. Maini, Digital Electronics. Principles, Devices and Applications. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 2007. 741 p. URL: <https://www.shahucollegelatur.org.in/Department/Studymaterial/sci/it/BCA/FY/digielec.pdf> (дата звернення: 20.08.2023).

6. Infobooks. 25+ Electronics Books for Free! Режим доступу: <https://www.infobooks.org/free-pdf-books/physics/electronics/#-basic-electronics-books-> (дата звернення: 20.08.2023).

Додаткова:

1. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 125 Кібербезпека для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (Наказ МОН України від 04.10.2018 р. № 1047).

2. Проект стандарту вищої освіти України за спеціальністю 125 Кібербезпека та захист інформації для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

3. Федосов С.А., Замуруєва О.В., Захарчук Д.А., Кевшин А.Г., Новосад О.В. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. Ч. 1 : *p-n* переходи 84 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 10 від 19.06.2019 р.).

4. Федосов С.А., Замуруєва О.В., Сахнюк В.Є., Новосад О.В., Коровицький А.М. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. Ч. 2 : Контакти метал-напівпровідник 92 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 2 від 16.10.2019 р.).

5. Федосов С.А., Замуруєва О.В., Сахнюк В.Є., Захарчук Д.А., Кевшин А. Г., Новосад О. В. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : задачі. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 32 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 7 від 22.06.2020 р.)

6. Новосад О. В., Федосов С. А. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : метод. рек. до лаб. роб. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2022. 70 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол № 5 від 19.01.2022 р.)
7. Федосов С.А., Замуруєва О.В., Захарчук Д.А., Коровицький А.М. Фотонні пристрої та сенсори : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2017. Ч. 1. Світлодіоди. 42 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 4 від 20.12.2017 р.)
8. Федосов С.А., Замуруєва О.В., Шигорін П.П., Коваль Ю.В. Фотонні пристрої та сенсори : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. Ч. 3 : Фотодетектори. 58 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 7 від 18.04.2018 р.)
9. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Новосад О. В., Захарчук Д. А. Фотонні пристрої та сенсори : курс лекцій. Ч. 4 : Фотодетектори. Луцьк, 2021. 50 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол № 2 від 20.10.2021 р.)
10. Федосов С.А., Замуруєва О.В., Захарчук Д.А., Галян В.В. Фотонні пристрої та сенсори : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. Ч. 4 : Сонячні елементи. 39 с. Рекомендовано НМР СНУ ім. Лесі Українки (протокол № 8 від 16.05.2018 р.)
11. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Сахнюк В. Є., Новосад О. В., Захарчук Д. А., Вілігурський О. М. Фотонні пристрої та сенсори : курс лекцій. Ч. 5 : Сенсори. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. 52 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол № 10 від 16.06.2021 р.)
12. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Сахнюк В. Є., Новосад О. В., Захарчук Д. А. Фотонні пристрої та сенсори : задачі. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2023. 28 с. Рекомендовано НМР ВНУ ім. Лесі Українки (протокол № 6 від 15.02.2023 р.)
13. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем : підручник. К. : Вища шк., 2012. 527 с.
14. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум : навч. посіб. 3-є вид. К. : Каравела, 2004. 432 с.
15. Мілих В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник для студ. вузів. К. : Каравела, 2008. 687 с.
16. Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М. Схемотехніка електронних систем : Підручник в двох томах. К. : Аверс, 2002. 772 с.
17. Сисоєв В.М. Основи радіоелектроніки. К. : Вища школа, 2004. 779 с.
18. Малинівський С.М. Загальна електротехніка та основи електроніки. Львів : Ви-во Львівської політехніки, 2001. 596 с.
19. Васильєва Л.Д., Медведенко Б.І., Якименко Ю.І. Напівпровідникові прилади : Підручник. К. : ІВЦ, "Видавництво «Політехніка»», 2003. 388 с.
20. Будіщев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник. Львів : Афіша, 2001. 424 с.
21. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка : навчальний посібник. К. : «МКПрес», 2004. 412 с.
22. Малахов В.П., Бровков В.Г., Богатова О.О. Схемотехніка цифрових пристроїв : навч. посібник. Одеса : ВМВ, 2011. 284 с.
23. Сенько В.І. Електроніка і мікросхемо техніка : підручник для студентів вищ. закл. освіти у 4-х т. Т.2 : Аналогові та імпульсні пристрої. К. : ТОВ "Видавництво Обереги", 2000, 510 с.
24. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка : навч. посібник. Львів : Новий світ 2000, 2009. 736 с.
25. Paul Horowitz, Winfield Hill. The Art of Electronics. Cambridge: Cambridge University Press. 2015. 1255 p.