

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра електроніки і управляючих систем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор
у науково-педагогічній роботі
А.В. Цинзлеймонов
« 02 07 2018 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Метрологія та вимірювання, комп'ютерна схемотехніка

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	125 Кібербезпека
освітня програма	Кібербезпека
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	комп'ютерних наук

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«29» серпня 2018 року, протокол № 9

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри електроніки та управляючих систем
Андрєєв Фелікс Михайлович

кандидат технічних наук, доцент кафедри електроніки і управляючих систем **Стервоєдов
Микола Григорович**

Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки і управляючих систем
Протокол від «25» червня 2018 року № 12

Завідувач кафедри електроніки і управляючих систем

_____ (Стервоєдов М.Г.)

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «27» червня 2018 року № 7

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

_____  (Васильєва Л.В.)



ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Метрологія та вимірювання, комп'ютерна схемотехніка» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 125 Кібербезпека.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами теоретичних основ метрології та вимірювань, базових понять з метрології та вимірювальної техніки, основ теорії похибок вимірювань і засобів вимірювальної техніки, методів нормування їх метрологічних характеристик, обробки результатів вимірювань, принципів побудови типових штатних цифрових вимірювань. Формуванні у студентів системних знань з теоретичних основ побудови і схемотехніки комп'ютерів, мікроконтролерів і комп'ютерних систем та функціонування основних вузлів обчислювальної техніки і периферійних пристроїв, а також надбання практичних навичок експлуатації комп'ютерних систем, придбання знань і навичок, необхідних для професійної діяльності.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є дати студентам теоретичну та практичну підготовку в області комп'ютерної схемотехніки: освоєння методів розрахунків, побудови, модернізації, програмування і застосування комп'ютерів, мікроконтролерів і комп'ютерних систем. Дати уявлення про:

- вивчення основних термінів та категорій метрології та теорії похибок;
- надання уявлення про класифікацію та характеристики похибок вимірювань і засобів вимірювальної техніки;
- розгляд існуючих методів нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки, існуючих методів нормування метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки;
- надання практичних навичок обробки результатів прямих, сумісних і сукупних вимірювань;
- архітектуру інформаційно-обчислювальних і проблемно-орієнтованих систем;
- електронних обчислюваних машин з різною структурою;
- інтерфейси,
- організацію контролю функціонування і діагностику ЕОМ.

1.3. Кількість кредитів – 6.

1.4. Загальна кількість годин - 180.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
48 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
___ год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
84 год.	год.
В т.ч. індивідуальні завдання	
__50 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

знати:

- базові поняття, терміни метрології та вимірювань;
- сутність процесу та існуючі методи вимірювань;
- метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки та методи їх нормування;
- основні положення теорії похибок вимірювань;
- загальні принципи побудови основних типів цифрових вимірювальних приладів;
- архітектуру, характеристики, можливості і області застосування комп'ютерів, мікроконтролерів і комп'ютерних систем основних класів і типів;
- склад, принципи організації і функціонування окремих підсистем, ЕОМ, комп'ютерів, мікроконтролерів і комп'ютерних систем в цілому;
- сучасну вітчизняну та іноземну елементарну базу комп'ютерів та складних обчислювальних систем;
- сучасні принципи побудови та аналізу режимів елементів;
- методи аналізу та розрахунку параметрів елементів схмотехніки комп'ютеризованих засобів;
- методики аналізу умов функціонування цифрових та аналогових схем комп'ютерної техніки, а також порядок синтезу цифрових схем із заданими властивостями;
- роль та місце комп'ютерної схмотехніки в задачах проектування комп'ютерних систем;
- основні типи цифрових електронних пристроїв, їх роботу, параметри та характеристики, застосування;
- методи застосування законів Булевої алгебри для аналізу та синтезу цифрових електронних пристроїв;
- сучасні пакети програм аналізу електронних схем.

вміти:

- оцінювання результати і похибки вимірювань;
- застосовувати отримані знання в практиці перевірки гіпотез про закон розподілу помилок;
- самостійно виявляти та вилучати груби результати вимірювань та систематичні похибки;
- працювати з навчальною, навчально-методичною і науково – технічною літературою з метрології та теорії вимірювань;
- розробляти математичні моделі елементів та вузлів комп'ютерних систем;
- виконувати аналіз елементарних режимів комп'ютерних вузлів;
- оцінювати технічний стан комп'ютерної інженерії, характеристики елементів та вузлів, виявляти та усувати несправності;
- створювати за допомогою засобів алгебри логіки математичні моделі складних вузлів цифрової схемотехніки;
- проводити аналіз умов функціонування цифрових схем комп'ютерної техніки, а також здійснювати синтез цифрових схем із заданими властивостями в різних системах базисних функцій;
- виконувати розрахунки та моделювання цифрових електронних схем ЕОМ; налагоджувати аналогові та цифрові схеми комп'ютерної техніки;
- тестувати й налагоджувати апаратно-програмні засоби і комплекси систем автоматизації та управління.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

В частині «Метрологія та вимірювання»

Розділ 1. Загальні відомості про вимірювання та засоби вимірювальної техніки

Тема 1. Предмет та завдання дисципліни. Базові поняття та терміни метрології та вимірювання.

Базові поняття і терміни метрології та вимірювань. Класифікація засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) та вимірювань. Системи фізичних величин та одиниць вимірювань. Етапи процесу вимірювань.

Тема 2. Класифікація ЗВТ, вимірювальних приладів, вимірювань.

Класифікація ЗВТ. Класифікація вимірювальних приладів і вимірювань. Різновиди методів прямих вимірювань.

Тема 3. Загальні відомості про метрологічну діяльність та Метрологічну службу України.

Метрологічна служба України. Метрологічний контроль і нагляд. Державні випробування, метрологічна атестація, повірка та калібрування ЗВТ. Передача розмірів одиниць вимірювань. Акредитація на право здійснення різних видів метрологічної діяльності.

Розділ 2. Основи теорії похибок вимірювань та відомості про метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.

Тема 4. Ймовірнісні та статистичні характеристики похибок результатів вимірювань.

Класифікація похибок вимірювань. Показники якості вимірювань. Ймовірнісні характеристики похибок і результатів вимірювань. Статистичні оцінки характеристик вимірювань.

Тема 5. Перевірка гіпотези про вид щільності ймовірності результатів вимірювань.

Методи виявлення та вилучення грубих результатів вимірювань та систематичних похибок.

Тема 6. Методи об'єднання похибок вимірювань .

Визначення сумарної систематичної або випадкової похибки вимірювання. Визначення повної похибки прямих багаторазових вимірювань.

Тема 7. Метрологічні характеристики ЗВТ. Мета і задачі їх нормувань.

Нормовані метрологічні характеристики (НМХ), які призначені для визначення результату вимірювань. Визначення та різновиди похибок ЗВТ.

Тема 8. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ) для визначення інструментальної складової похибки вимірювань.

Вибір комплексу нормованих складових інструментальної похибки вимірювань. Методи нормування складових інструментальної похибки вимірювань. Класи точності ЗВТ.

Розділ 3. Цифрові засоби вимірювальної техніки.

Тема 9. Структура та класифікація цифрових вимірювальних приладів.

Особливості цифрових вимірювальних приладів. Структура, технічні характеристики і класифікація цифрових вимірювальних приладів. Цифрові вимірювачі інтервалів часу.

Тема 10. Основні типи цифрових ЗВТ.

Основні типи цифрових ЗВТ. Цифрові частотоміри, фазометри та вольтметри. Цифрові вимірювачі параметрів електричних кіл, аналізатори частотних характеристик та генератори.

Тема 11. Оцінка результатів і похибки прямих вимірювань ЗВТ.

Оцінка результатів прямих однократних вимірювань. Оцінка результатів і похибок багатократних прямих вимірювань ЗВТ.

Тема 12. Оцінка результатів і похибки непрямих вимірювань.

Результат і похибка опосередкованих вимірювань. Оцінка результатів і похибок сумісних та сукупних вимірювань.

В частині «Комп'ютерна схемотехніка»

Розділ 1. Схемотехніка аналогових комп'ютерів і операційних вузлів.

Тема 1. Ввідна лекція. Загальна структура і основні елементи інформаційно-управляючої системи для наукових досліджень.

Завдання курсу, його основні положення і місце дисципліни в підготовці фахівців. Загальна структура і основні елементи інформаційно-управляючої системи для наукових досліджень. Структурна схема підсилювального пристрою. Характеристики джерел сигналу, навантаження і джерела живлення, їх еквівалентні схеми. Поняття зворотного зв'язку. Основні характеристики і показники роботи диференціального каскаду. Ідеальний

операційний підсилювач (ОП): властивості і правила розрахунку схем. Неінвертуюче, інвертуюче та диференціальне включення ОП. Неінвертуючий та інвертуючий суматор на ОП. Схема підсумовування і віднімання на ОП. Інтегратор і диференціатор на ОП. Компаратор напруги на ОП.

Тема 2. Вимірювальні підсилювачі і функціональні схеми на ОП.

Генератори струму на ОП. Джерело струму в незаземлене навантаження на ОП. Піковий (амплітудний) детектор на ОП. Перетворювач струм - напруга на ОП. Схема термопарного термометра з диференціальним підсилювачем на ОП. Схема фотометру на ОП

Тема 3. Аналогові фільтри і компаратори.

Компаратор напруги з гістерезисом на ОП. Пасивні і активні фільтри низької і високої частоти на ОП. Смуговий та ежкторний активні фільтри на ОП. Генератори на ОП. Схема генератора на ОП з регулюванням частоти імпульсів.

Розділ 2. Схемотехніка цифрових комп'ютерів і мікроконтролерних систем.

Тема 4. Комбінаційні і запам'ятовуючі схеми комп'ютерів.

Системи числення. Визначення булевої (логічної, переключаючої) функції. Логічні операції і логічні елементи. Способи визначення булевих функцій. Булеві функції одній і двох змінних. Теорема булевої алгебри. Повні набори булевих функцій. Визначення комбінаційної схеми. Синтез комбінаційних схем на прикладі синтезу мажоритарної схеми. Синтез дешифраторів. Синтез комбінаційної схеми на прикладі синтезу дешифратора для сімисегментного індикатора. Синтез комбінаційних схем на прикладі синтезу полусумматора. Синтез повного суматора. Арифметичний суматор двійкових чисел.

Тема 5. Послідователі і запам'ятовуючі схеми комп'ютерів.

Визначення тригера. RS-тригери на елементах І-НІ та АБО-НІ. RST – тригер. D і DT – тригер. Лічильний тригер. Двійкові лічильники. Двійкові та двійково - десяткові лічильники. Регістри. Паралельний та паралельно - послідовний регістр. Старт - стопова схема виміру інтервалу часу. Структурна схема частотоміра і лічильника імпульсів з індикацією.

Тема 6. Схеми АЦП і ЦАП. Введення і виведення даних в комп'ютерні системи.

Схема вибірки – зберігання на ОП. ЦАП, АЦП. Визначення і приклади використання. ЦАП з підсумовуванням струмів (із зваженими резисторами). ЦАП з матрицею $R - 2R$. Алгоритм роботи і структурна схема АЦП диференціального кодування (прямого підрахунку). Алгоритм роботи і структурна схема АЦП послідовного наближення. АЦП методом перетворення А - Т - код (амплітуда - інтервал часу - код). Алгоритм роботи і структурна схема АЦП подвійного інтегрування. Алгоритм роботи і структурна схема АЦП з перетворенням напруги в частоту імпульсів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
«Метрологія та вимірювання»						
Розділ 1. Загальні відомості про вимірювання та засоби вимірювальної техніки						
Тема 1. Предмет та завдання дисципліни. Базові поняття та терміни метрології та вимірювання.	4	2				2
Тема 2. Класифікація ЗВТ, вимірювальних приладів.	4	2				2
Тема 3. Загальні відомості про метрологічну діяльність та Метрологічну службу України.	2					2
Разом за розділом 1	10	4	0	0		6
Розділ 2. Основи теорії похибок вимірювань та відомості про метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.						
Тема 4. Ймовірнісні та статистичні характеристики похибок результатів вимірювань.	5	2			1	2
Тема 5. Перевірка гіпотези про вид щільності ймовірності результатів вимірювань.	5			4	1	
Тема 6. Методи об'єднання похибок вимірювань .	5	2			1	2
Тема 7. Метрологічні характеристики ЗВТ.	5	2			1	2
Тема 8. Нормовані метрологічні характеристики (НМХ) для визначення інструментальної складової похибки вимірювань.	5	2			1	2
Разом за розділом 2	25	8	0	4	5	8
Розділ 3. Цифрові засоби вимірювальної техніки.						
Тема 9. Структура та класифікація цифрових вимірювальних приладів.	4	2				2
Тема 10. Основні типи цифрових ЗВТ.	4	2				2
Тема 11. Оцінка результатів і похибки прямих вимірювань ЗВТ.	8			6		2
Тема 12. Оцінка результатів і похибки непрямих вимірювань.	8			6		2
Разом за розділом 3	24	4		12		8
Разом годин	59	16		16	5	22
«Комп'ютерна схемотехніка»						
Розділ 1. Електромеханічні системи робототехнічних комплексів						
Тема 1. Ввідна лекція. Загальна структура і основні елементи інформаційно-управляючої системи для наукових досліджень	11	4		5		2
Тема 2. Вимірювальні підсилювачі і функціональні схеми на ОП.	13	4		6	1	2
Тема 3. Аналогові фільтри і компаратори.	16	8		5	1	2
Разом за розділом 1	40	16		16	2	6
Розділ 2. Схемотехніка цифрових комп'ютерів і мікроконтролерних систем						
Тема 4. Комбінаційні схеми комп'ютерів.	11	4		4	1	2
Тема 5. Послідовальні і запам'ятовуючі схеми комп'ютерів.	11	4		4	1	2
Тема 6. Схеми АЦП і ЦАП. Введення і виведення даних в комп'ютерні системи.	19	8		8	1	2
Виконання курсової роботи	40				40	
Разом за розділом 2	81	16		16	43	6
Разом годин	121	32		32	45	12
Усього годин	180	48	0	48	50	34

4. Теми практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми, лабораторного заняття	Кількість годин
1	Перевірка гіпотези про вид щільності ймовірності результатів вимірювань. Методи виявлення та вилучення грубих результатів вимірювань та систематичних похибок.	4
2	Оцінка результатів і похибки непрямих вимірювань. Результат і похибка опосередкованих вимірювань. Оцінка результатів і похибок сумісних та сукупних вимірювань.	4
3	Оцінка результатів і похибки прямих вимірювань. Критерії однорідності та рівної точності серій спостережень. Особливості обробки результатів однорідних рівноточних серій спостережень.	8
4	Вивчення принципів роботи і програмування мікропроцесору.	4
5	Вивчення 32-розрядного мікроконтролеру STM 32.	6
6	Розробка програми для клавіатури і рідкокристалічного дисплея.	4
7	Розробка алгоритму роботи і програми мікроконтролерної системи для вимірювання температури і радіаційного стану.	8
8	Розробка програм для дистанційного багатоканального збору даних і управління з застосуванням хмарного сервісу ThingSpeak	10
	Усього годин	48

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Опрацювання навчального матеріалу «Метрологія та вимірювання»		
1	Базові поняття і терміни метрології та вимірювань. Класифікація ЗВТ та вимірювань. Системи фізичних величин та одиниць вимірювань. Етапи процесу вимірювань..	2
2	Класифікація ЗВТ і вимірювань. Різновиди методів прямих вимірювань.	2
3	Загальні відомості про метрологічну діяльність та Метрологічну службу України.	2
4	Ймовірнісні характеристики похибок і результатів вимірювань. Статистичні характеристики похибок і результатів вимірювань. Перевірка гіпотези про вид щільності ймовірності результатів вимірювань. Методи виявлення та вилучення грубих результатів вимірювань та систематичних похибок.	2
5	Методи об'єднання похибок вимірювань.	2
6	Метрологічні характеристики ЗВТ.	2
7	Нормовані метрологічні характеристики (НМХ), які призначені для визначення результату вимірювань.	2
8	Підготовка до контрольної роботи.	5
9	Структура, технічні характеристики і класифікація цифрових вимірювальних приладів	2
10	Основні типи цифрових ЗВТ.	2
11	Оцінка результатів і похибки прямих вимірювань цифрових засоби вимірювальної техніки	2
12	Оцінка результатів і похибки непрямих вимірювань.	2
	Разом	27

Опрацювання навчального матеріалу «Комп'ютерна схемотехніка»		
1	Закріплення, поглиблення та узагальнення теоретичних знань і розвиток навичок їх практичного застосування в галузі комп'ютерної схемотехніки;	2
2	Вивчення елементної бази для створення типових електронних вузлів комп'ютерів, мікроконтролерних і комп'ютерних систем.	2
3	Вивчення датчиків технічного зору, температури, тиску, вологості, вібрації, прозорості, радіаційного фону та інших, та їх підключення до мікроконтролерних і комп'ютерних систем.	2
4	Повторення навчального матеріалу з аналогової і цифрової електроніки, з систем зі зворотнім зв'язком і прямим цифровим управлінням. Підготовка до контрольної роботи.	5
5	Програмування мікроконтролерних і комп'ютерних систем	2
6	Поєднання інтелектуального мікроконтролерного акселерометру з мікроконтролерною або з комп'ютерною системою.	2
7	Комп'ютерне моделювання в пакеті Proteus типових електронних вузлів комп'ютерів, мікроконтролерних і комп'ютерних систем.	2
9	Виконання курсової роботи	40
	Разом	57
	Усього годин	84

6. Індивідуальні завдання

2 контрольні роботи

Виконання курсової роботи

Мета курсового проектування:

- закріплення, поглиблення та узагальнення теоретичних знань і розвиток навичок їх практичного застосування в галузі комп'ютерної схемотехніки;
- самостійне та колективне розв'язання конкретних фахових задач обчислювальної техніки;
- уміння користуватися відповідною довідковою літературою, державними стандартами;
- використання сучасних комп'ютерних інформаційних технологій.

Курсове проектування містить такі **етапи**:

- визначення теми і оформлення завдання на курсове проектування;
- безпосереднє виконання курсового проекту;
- оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу;
- захист курсового проекту.

Основні вимоги до курсового проекту:

- одержання прогресивних технічних рішень;
- строге застосування формалізованих методів аналізу і синтезу цифрових схем;
- мінімізація складу елементів;
- оптимальний вибір сучасних швидкодіючих інтегральних мікросхем різного ступеню інтеграції;
- забезпечення електричних режимів роботи інтегральних мікросхем;

- виконання вимог чинних державних стандартів.

Тематику курсових проектів та відповідних методичних вказівок затверджує завідувач кафедри.

7. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення практичних занять;
- прийому та оцінювання звітів з виконання лабораторних робіт;
- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

8. Схема нарахування балів

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю

Поточний контроль, самостійна робота															Разом	Екзамен	Сума
«Метрологія та вимірювання»						«Комп'ютерна схемотехніка»						Контрольні роботи, передбачені навчальним планом					
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Розділ 1			Розділ 2								
T1	T1	ЛР	T1	ЛР	ЛР	T1	T2	T3	T4	T5	T6	1	2				
4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	60	40	10	

Виконання курсової роботи

Захист курсового проекту – це форма перевірки якості його виконання. Захист відбувається перед комісією у складі двох-трьох викладачів за участю керівника та студентів групи.

Під час захисту студент робить доповідь (6–8 хв) по суті проекту та відповідає на запитання. Для демонстрації графічного матеріалу застосовуються мультимедійні засоби ПЕОМ та використовуються різні презентаційні програми, наприклад Microsoft Power Point. При цьому студент може використовувати додаткові ілюстративні матеріали, технічні розробки, які відображають суть проекту.

Виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
30	30	40	100

Студент, який не подав до захисту курсовий проект у встановлений графіком термін або не захистив його з позитивною оцінкою, вважається таким, що має академічну заборгованість, яку він повинен ліквідувати в установленому порядку.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Пояснення
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
50 – 69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

9. Рекомендована література

Основна література

1. Андреев Ф. М. Метрология та вимірювання, : конспект лекцій. – Харків. ХНУ ім.. В. Н. Каразіна . 2009.- 188с., електронний варіант.
2. Чинков В. Н. Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», Міністерство освіти і науки України, 2002. – 469с.
3. Сара Хэррис, Дэвид Хэррис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. Второе издание, Нью-Йорк: Elsevier.: 2013.
4. А.Г.Алексенко. Основы микросхемотехники. – М.: Физматлит Юнимедиастайл. – 2002.
5. П.Хоровиц, У.Хилл. Искусство схемотехники. – М.: «Мир». – Т. 1 □ 3.– 1993.

6. А.И.Кучумов. Электроника и схемотехника. – М.: «Гелиос АРВ». – 2002.
7. Ю.Ф.Опадчий, О.П.Глудкин, А.И.Гуров. Аналоговая и цифровая электроника. – М.: «Горячая линия – Телеком». – 1999.
8. В.И.Каганов. Радиотехника + компьютер + mathcad. – М.: «Горячая Линия – Телеком». – 2001.
9. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. Уч. пособие. – СПб.: БХВ Петербург, 2001.–528 с.
10. В.И.Карлашук. Электронная лаборатория на IBM PC. – М.: «Солон Р». – 1999.
11. Дж.Гринфилд. Транзисторы и линейные ИС. – М.: «Мир». – 1992.
12. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. – Санкт-Петербург: «Невский Диалект». – 2001.
13. Майс Предко. Руководство по микроконтроллерам. – М.: Постмаркет. – 2001.
14. У. Титце, К. Шенк. Полупроводниковая схемотехника. М. Мир, 1982
15. М.П. Бабич, І.А. Жуков. Комп'ютерна схемотехніка. Київ. МК-Прес, 2004
16. М.Х. Джонс. Электроника-практический курс. М. Постмаркет, 1999
17. Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. Учебное по-сobie для ВУЗов. – М.: «Радио и связь». 1990, – 496 с.
18. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка. Навч. посібник. – К.: НАУ, 2002. – 508

Допоміжна література

1. 3. Величко О. М., Коцюба А. М. Новиков В. М. Основи метрології та метрологічна діяльність. Навчальний посібник. – Київ, 2003. – 288 с.
2. 4. Андреев Ф.М. Метрологія та вимірювання, керівництво до лабораторних робіт. – Харків. ХНУ ім. В. Н. Каразіна . 2009.
3. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике : производственно-практическое издание / А. А. Алямовский [и др.]. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 799 с. : ил.
4. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств: Учебное пособие для вузов / Д. А. Аветисян. - М. : Высшая школа, 2005. - 510[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 508-509. - ISBN 5-06-004824-1
5. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. М. : Корона-Век, 2008 г., 368 стр. - ISBN 978-5-903383-39-9
6. Динц К.М., Куприянов А.А. Схемотехника и проектирование печатных плат. P-CAD 2006, 2009 г. - М.: Наука и техника, 443 с.
7. Стемпковский А.Л. Актуальные проблемы моделирования в системах автоматизации схемотехнического проектирования., 2003г. – М.:Наука, 430 с.
8. Проектирование печатных плат в системах P-CAD 2000-2002 :Учебное пособие для вузов / А. М. Кудрявцев, А. В. Лопаткин ; ред. :А. М. Кудрявцев. - М. : САЙНС-ПРЕСС, 2006. - 111[1] с. : ил., табл

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. www.electroclub.info/article/comp_modeling.htm
2. <http://energ.nauu.kiev.ua/>