Затверджено Вченою Радою ОНУ

імені І.І. Мечникова

від “20”грудня 20 16 р. № 4

**Одеський національний університет імені І.І.Мечникова**

(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра

*Комп’ютерних систем та технологій*

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (П.І.Б.)

“\_\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Комп’ютерна схемотехніка**

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти

**бакалавр**

Спеціальність

**123 «Комп’ютерна інженерія»**

(код і назва спеціальності (тей)

Інститут/факультет

**Математики фізики та інформаційних технологій**

(назва інституту, факультету)

21

20

20\_\_ – 20\_\_\_\_

Робоча програма складена на основі навчальної програми з дисципліни «**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_»** .

**Комп’ютерна схемотехніка**

(назва навчальної дисципліни)

Розробники:(вказати прізвища, наукові ступені, вчені звання та посади розробників).

Шугайло Юрій Борисович канд. фіз.-мат. наук, доцент

КСТ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

20

серпня

28

1

Протокол № \_\_\_ від. “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ р.

Гунченко Ю.О.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

(підпис) (прізвище та ініціали)

МФІТ

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ факультету/інституту

Протокол № \_\_\_ від. “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ р.

Савастру О.В.

Голова НМК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

(підпис) (прізвище та ініціали)

КСТ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_ від. “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ р.

Гунченко Ю.О.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

(підпис) (прізвище та ініціали)

КСТ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_ від. “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ р.

Гунченко Ю.О.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

(підпис) (прізвище та ініціали)

# **Опис навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни | |
| ***денна форма навчання*** | ***заочна форма навчання*** |
| Загальна кількість: кредитів – 2,5  годин – 54  залікових модулів – 3  змістових модулів – 3  ІНДЗ\* – \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (вид завдання) | Галузь знань  **Комп’ютерна інженерія**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (шифр і назва)  Спеціальність \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  **123 Комп’ютерна інженерія**  (код і назва)  Спеціалізації:  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (назва)  Рівень вищої освіти:  **Бакалавр** | Нормативна / за вибором (ВНЗ/студента)  *нормативна* | |
| ***Рік підготовки:*** | |
| 2-й | 2-й,3-й |
| ***Семестр*** | |
| 4-й | 4-й, 5-й |
| ***Лекції*** | |
| 36 год. | 28(12+10) год. |
| ***Практичні, семінарські*** | |
| год. | год. |
| ***Лабораторні*** | |
| 18 год. | 12(6+6) год. |
| ***Самостійна робота*** | |
| 21 год. | 221(134+87) год. |
| у т.ч. ІНДЗ\*: - год. | |
| Форма підсумкового контролю:  *Залік / Залік-4 сем*  */ Екзамен-5 сем* | |

\* – за наявності

1. **Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета** Дисципліна **«Комп’ютерна схемотехніка**» є обов’зковою нормативною дисципліною професійно–орієнтованого циклу для підготовки бакалавра по напрямку **123 «Комп’ютерна інженерія»**. Метою є вивчення методів і засобів сучасної схемотехніки, особливості реалізації пристроїв в різних базисах, ознайомлення з побудовою сучасних процесорів і контролерів, їх особливостями.

**Завдання**  Курс комп’ютерної схемотехніки базовий для вивчення дисціплін пов’заних технічною складовою обчислювальної техніки: архітектура ЕОМ, периферійні пристрої, комп’ютерні мережі, комп’ютерні системи та ін. В процесі навчання має студент пройти ознайомлення з основами розрахунку логічних і цифрових елементів, принципами побудови типових вузлів і блоків комп’ютерів, побудовою контролерів широкого призначення, використання периферійних пристроїв і різноманітних датчиків.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

КСО.01-08; КІ.01-04; КЗП.01-02

***Компетентності соціально – особистісні КСО:***

1. Відповідальність, турбота про якість роботи, що виконується
2. Чесність
3. Порядність
4. Організованість
5. Дисциплінованість
6. Розуміння необхідності дотримання правил безпеки життєдіяльності та виконання вимог охорони праці
7. Правова грамотність
8. Орієнтація на досягнення життєвого успіху та здорового способу життя

***Компетентності інструментальні КІ:***

1. Здатність до дослідницької роботи
2. Здатність аналізувати та синтезувати науково-технічну, природничо-наукову та загальнонаукову інформацію
3. Професійне володіння комп’ютером та інформаційними технологіями
4. Здатність до письмової й усної комунікації рідною мовою

**Компетентності професійні**

***загально-професійні КЗП:***

1. Здатність використовувати математичний апарат під час розв’язання прикладних і наукових завдань в області комп’ютерної інженерії
2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп’ютерних систем та мереж, Інтернет-додатків, міроконтролерних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування тощо, з урахуванням вимог до його якості, надійності та виробничих характеристик

**Очікувані результати навчання.**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

***знати****:* Методи і засоби сучасної схемотехніки. Базові логічні і цифрові елементи, типові вузли комбінаційних і послідовних схем. Особливості реалізації пристроїв в різних елементних базисах. Схемотехніку побудови сучасних процесорів в різних стандартах. Особливості сучасних мікропроцесорних наборів і контролерів.

***вміти*:** Розробляти функціональні і принципові схеми типових вузлів комп’ютера (регістра, лічильника, шифратора, дешифратора, мультиплексора, суматора, компаратора та іншого) у заданому елементному базисі, оптимізувати схемні та структурні рішення по заданій критеріальній сукупності (складності, швидкодії, надійності, відмово стійкості, тощо), Розробляти процесори (універсальні, функціонально-орієнтовані або спеціалізовані) із заданою системою команд, розподіляти обробку інформації в комп'ютерних пристроях на апаратних та мікро програмних засобах, оптимізувати рішення відповідно до заданих критеріїв ефективності, враховувати вимоги етапу розробки архітектури комп’ютера , розробляти мікроалгоритми і схеми комутаційних систем для взаємодії різних пристроїв комп’ютерів із врахуванням обраного принципу побудови апаратних, мікропрограмних та програмних засобів, режимів роботи комп'ютера, в тому числі із зовнішніми пристроями.

1. **Зміст навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1. Логічні елементи і комбінаційні пристрої.**

**Тема 1.** Представлення інформації. Інформація у комп’ютерних ситемах. Поняття такту, послідовна, паралельне представлення інформації.

**Тема 2.** Базові логічні елементи. Поняття Булевого базису, основні логічні елементи і їх таблиці істинності. Закони алгебри логіки, побудова СДНФ, СКНФ. Мінімізація функцій, карти Карно. Побудова комбінаційних схем.

**Тема 3.** Типові комбінаційні пристрої. Дешифратори, їх опис, лінійна, каскадна, матрична схеми. Розташування дешифраторів у адресному просторі, реалізація логічних функцій. Шифратори, класичні шифратори. Мультиплексори, їх опис, побудова, застосування. Демультиплесори. Довільні комбінаційні пристрої.

**Тема 4.** Постійні запам’ятовуючі пристрої (ПЗП) та програмуємі логічні матриці (ПЛМ). Типи ПЗП, та їх характеристики. Побудова блоків ПЗП зі заданими параметрами. Структура ПЛМ, застосування, етапи проектування. Побудова довільних комбінаційних схем з використанням ПЗП та ПЛМ.

**Змістовий модуль 2. Арифметичні пристрої (АП).**

**Тема 5.** Суматори. Однорозрядний напівсуматор, принцип дії, опис, схема. Повний однорозрядний суматор, опис, побудова, особливості функціонування. Побудова багаторозрядних суматорів, розповсюдження переносу, схеми прискореного переносу. Мікросхеми суматорів та АЛП.

**Тема 6.** Цифрові компаратори. Принципи порівняння двійкових слів. Схеми компараторів. Побудова багаторозрядних компараторів.

**Тема 7.** Контроль парності. Спотворення інформації в обчислювальних системах. Надлишковість інформації. Побудова схем парності/непарності.

**Тема 8.** Побудова арифметичних пристроїв. Побудова арифметичних пристроїв на логічних елементах, побудова АП з використанням ПЗП та ПЛМ, побудова за допомогою типових АП.

**Змістовий модуль 3. Послідовні схеми (цифрові автомати).**

**Тема 9.** Тригери. Зворотні зв’язки в цифрових схемах. RS-тригер, принцип функціонування, схеми побудови, опис за допомогою діаграм, таблиць, графів. Синхронні тригери, принцип функціонування, схеми побудови, опис. Двоступеневі тригери. D-тригер, Т-тригер, JK-тригер, їх принципи функціонування і особливості, схеми побудови, опис. Застосування тригерів.

**Тема 10.** Регістри. Побудова та застосування регістрів. Паралельні та послідовні регістри. Спеціальні регістри. Побудова схем на регістрах. Арифметичні операції з використанням регістрів. Регістрова пам'ять.

**Тема 11.** Лічильники. Асинхронні лічильники, їх принцип функціонування, побудова, опис, діаграми роботи. Синхронні лічильники, особливості функціонування, побудова. Реверсивні лічильники. Використання лічильників у комп’ютерних системах. Змінна і перебудова модуля рахунку.

**Тема 12.** Цифрові автомати. Опис цифрових автоматів. Синтез автоматів. Приклади застосування послідовних схем.

**4. Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| денна форма | | | | | | | | | | | | | | | | Заочна форма | | | | | | | | | | | | | | |
| усього | | у тому числі | | | | | | | | | | | | | | усього | | | | у тому числі | | | | | | | | | | |
| л | | п | | | | лаб | | | інд | | с.р. | | | л | | п | | | лаб | | | інд | | с.р. |
| 1 | 2 | | 3 | | 4 | | | | 5 | | | 6 | | 7 | | | 8 | | | | 9 | | 10 | | | 11 | | | 12 | | 13 |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль 1**. **Логічні елементи і комбінаційні пристрої** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Представлення інформації |  | | 1 | |  | | | |  | | |  | | 1 | | |  | | | | 2 | |  | | |  | | |  | | 18 |
| Тема 2. Базові логічні елементи |  | | 1 | |  | | | |  | | |  | | 1 | | |  | | | | 2 | |  | | | 2 | | |  | | 18 |
| Тема 3. Типові комбінаційні пристрої |  | | 8 | |  | | | | 8 | | |  | | 2 | | |  | | | | 2 | |  | | |  | | |  | | 18 |
| Тема 4. Постійні запам’ятовуючі пристрої та програмуємі логічні матриці |  | | 4 | |  | | | |  | | |  | | 2 | | |  | | | | 2 | |  | | | 2 | | |  | | 18 |
| Разом за змістовим модулем 1 |  | | 14 | |  | | | | 8 | | |  | | 5 | | |  | | | | 8 | |  | | | 6 | | |  | | 72 |
| Усього годин |  | | 14 | |  | | | | 8 | | |  | | 5 | | |  | | | | 8 | |  | | | 6 | | |  | | 72 |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль 2.** **Арифметичні пристрої** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 5. Суматори |  | | 2 | | |  | | 2 | | |  | | | | 2 | | | |  | 2 | | | |  | | | | 2 |  | | 18 |
| Тема 6. Цифрові компаратори |  | | 2 | | |  | |  | | |  | | | |  | | | |  | 2 | | | |  | | | | 2 |  | | 18 |
| Тема 7. Контроль парності |  | | 2 | | |  | |  | | |  | | | |  | | | |  | 2 | | | |  | | | |  |  | | 18 |
| Тема 8. Побудова арифметичних пристроїв |  | | 4 | | |  | | 2 | | |  | | | | 4 | | | |  | 2 | | | |  | | | |  | |  | 18 |
| Разом за змістовим модулем 2 |  | | 10 | | |  | | 4 | | |  | | | | 6 | | | |  | 8 | | | |  | | | | 4 | |  | 72 |
| Усього годин |  | | 10 | | |  | | 4 | | |  | | | | 6 | | | |  | 8 | | | |  | | | | 4 | |  | 72 |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль 3. Послідовні схеми (цифрові автомати)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 9. Тригери | |  | | 6 | | |  | | | 4 | | |  | | | 4 | |  | | | | 4 | | |  | | 2 | | |  | 20 |
| Тема 10. Лічильники | |  | | 2 | | |  | | | 2 | | |  | | | 2 | |  | | | | 4 | | |  | |  | | |  | 20 |
| Тема 11. Регістри | |  | | 2 | | |  | | |  | | |  | | | 2 | |  | | | | 2 | | |  | |  | | |  | 20 |
| Тема 12. Цифрові автомати | |  | | 2 | | |  | | |  | | |  | | | 2 | |  | | | | 2 | | |  | |  | | |  | 17 |
| Разом за змістовим модулем 3 | |  | | 12 | | |  | | | 6 | | |  | | | 10 | |  | | | | 12 | | |  | | 2 | | |  | 77 |
| Усього годин | |  | | 12 | | |  | | | 6 | | |  | | | 10 | |  | | | | 12 | | |  | | 2 | | |  | 77 |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ІНДЗ\* | |  | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | |  | | |  |  |
| Усього годин | | 75 | | 36 | | |  | | | 18 | | |  | | | 21 | |  | | | | 28 | | |  | | 12 | | |  | 221 |
|  | |  | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | |  | | |  |  |

\* – за наявності

**5. Теми семінарських занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | НЕМАЄ |  |
| 2 |  |  |
| ... |  |  |

**6. Теми практичних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | НЕМАЄ |  |
| 2 |  |  |
| ... |  |  |

**7. Теми лабораторних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | Синтез комбінаційних схем | 8 |
| 2 | Арифметичні пристрої | 4 |
| 3 | Цифрові автомати | 6 |
|  |  |  |
| ... | Разом | 18 |

**8. Самостійна робота**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми/ види завдань | Кількість  годин |
| 1 | Тема 1. Представлення інформації | 1 |
| 2 | Тема 2. Базові логічні елементи | 2 |
| 3 | Тема 3. Типові комбінаційні пристрої | 2 |
| 4 | Тема 4. Постійні запам’ятовуючі пристрої та програмуємі логічні матриці | 2 |
| 5 | Тема 5. Суматори | 2 |
| 6 | Тема 6. Цифрові компаратори | 2 |
| 7 | Тема 7. Контроль парності | 2 |
| 8 | Тема 8. Побудова арифметичних пристроїв | 2 |
| 9 | Тема 9. Тригери | 2 |
| 10 | Тема 10. Лічильники | 2 |
| 11 | Тема 11. Регістри | 2 |
|  | Разом | 21 |

До самостійної роботи відноситься:

[1] – підготовка до лекцій, практичних, семінарських, лабораторних занять;

[2] – написання рефератів, ессе;

[3] –

**9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання**

**10. Методи навчання**

1. Лекція (лекція-доповідь, лекція-бесіда, лекція-дискусія). В ході лекцій за характером логіки пізнання впроваджуються аналітичний, синтетичний, індуктивний та дедуктивний методи. За рівнем самостійної розумової діяльності – проблемний вклад та частково-пошуковий метод.
2. Практичні заняття, які включають практичні розрахункові завдання з ціллю нагадати, покращати розуміння, сформувати навички щодо материалу який викладається.
3. Лабораторні заняття, які включають експериментальні завдання на симулційному программному забезпеченні, або екпериментальному стенді. Мають за мету сформувати у студентів практичні навики щодо проведення екпериментальної роботи.

**11. Методи контролю**

Поточний та підсумковий контроль. Усне опитування, доповіді та реферати, участь у дискусіях та обговореннях, творчі завдання, тестовий контроль.

**12. Питання для підсумкового контролю**

**13. Розподіл балів, які отримують студенти**

*Орієнтовний приклад для заліку*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поточний контроль | | | | | | | | | | | | Модульний контроль  ЗАЛІК | Сума балів |
| Змістовий модуль №1 | | | | Змістовий модуль №2 | | | | Змістовий модуль №3 | | | |
| Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | Т6 | Т7 | Т8 | Т9 | Т10 | Т11 | Т12 | 40 | 100 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Т1, Т2 ... Т9 – теми змістових модулів

*Орієнтовний приклад для екзамену*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поточний контроль | | | Модульний контроль 1 | Модульний контроль 2 | Підсумковий контроль | Сума балів |
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | Змістовий модуль3 |
|  |  |  |  |  |  | 100 |

*Приклад оцінювання курсової роботи (проекту)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
| до \_\_\_ | до \_\_\_ | до \_\_\_ | 100 |

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сума балів за всі види навчальної діяльності | ОцінкаECTS | Оцінка за національною шкалою | |
| для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 90 – 100 | **А** | відмінно | зараховано |
| 85-89 | **В** | добре |
| 75-84 | **С** |
| 70-74 | **D** | задовільно |
| 60-69 | **Е** |
| 35-59 | **FX** | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 0-34 | **F** | незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни |

**13. Методичне забезпечення**

1. Конспект лекцій.

**14. Рекомендована література**

**Основна**

1. Бабич М.П., Жуков И.А. Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования: Учебное пособие.– Киев.: “МК-Пресс”. 2004.- 576 с.
2. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб.пособие. – СПб.: БХВ-Петербург. 2010. – 832 с.
3. Лехин С.Н. Схемотехника ЭВМ. . – СПб.: БХВ-Петербург. 2010. – 672 с.
4. Уилкинсон Б. Основи проектирования цифровых схем. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 320 с.
5. Точчи Р.Дж., Уидмер Н.С. Цифровые системы. Теория и практика, 8 издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
6. Бойт К. Цифровая электроника. – М.: Техносфера, 2007. – 472 с.
7. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники. 2-е изд., исправленное. – М.: Техносфера, 2004. – 432 с.
8. Уэйкерли Дж.Ф. Проектирование цифровых устройств. В 2 т. Пер. с англ. – М.: «ПОСТМАРКЕТ», 2002. Т1.,Т2. –1063 с.
9. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства: Учебное пособие для втузов. – СПб.: Политехника, 1996. – 885 с.
10. Бойко В.І., Жуйков В.Я., Зорі А.А., Багрій В.В., Богдан О.В., Співак В.М., Терещенко Т.О. Цифрова схемотехніка електронних систем: підручник. – К.: Освіта україни, 2010. – 352 с.
11. Рябенький В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка: Навч. Посібник. – Львів: «Новий Світ 2000», 2009. – 736 с.

**Додаткова**

1. Капцов В.И. Физика элементов ЭВМ. Учебн. пособие.- М.: Наука. 1996.- 285с.
2. Маллер М., Кейминс Т. Элементы интегральных схем. пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 630 с.
3. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Физические и технологические основы, надежность. Учеб.пособие для приборостроит. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 464 с.
4. Мокрицький В.А., Дранчук С.М., Андріянов О.В., Лєнков С.В., Зубарєв В.В. Фізико-технічні основи мікроелектроніки: Підручник. – Одеса:, 2002. – вид-во “ТЕС”, – 712 с.
5. Кривуля Г.Ф., Рябенький В.М., Буряк В.С. Схемотехніка: Навч.посібник. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2007. – 250 с.
6. Мілих В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник. За ред. В.І.Мілих. 2-е вид. – К.: Каравелла. 2008. – 688 с.
7. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Лабораторный практикум на базе Electronics Workbench и MathLab. Издание 5-е. – М.: СОЛОН – Пресс, 2004. – 800 с.
8. Хернитер Марк Е. MultiSim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. (Пер. с англ.) /Пер. с англ. Осипов А.И. – М.: Издательский дом ДМК – пресс, 2006. – 488 с.

**15. Електронні інформаційні ресурси**

1. <http://www.cyberforum.ru>
2. <http://radiomaster.com.ua>
3. <http://moskatov.narod.ru/>
4. <http://www.electronics.ru/about>
5. <http://www.cqham.ru/index.html>