

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІМ. О.О. ЗЕЛЕНСЬКОГО (№ 504)**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Ірина ВАСИЛЬЄВА

(ім'я та прізвище)

« 28 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Обчислювальна техніка і мікропроцесори»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»,
17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,
172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Абрамов С.К., доцент, канд. техн. наук, доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського № 504
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 28 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Володимир ЛУКІН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Владислав ТУРЕВИЧ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Абрамов Сергій Клавдійович

Посада: доцент

Науковий ступінь: канд. техн. наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Схемотехніка

Обчислювальні пристрої і мікропроцесори

Технології і системи електричного і оптичного зв'язку

Напрями наукових досліджень:

Цифрова обробка сигналів і зображень

Контактна інформація:

@AbramovSergeyK

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	6-й/ 4-й*
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4,5/5* кредити ЄКТС / 135/150* годин (72 аудиторних, з яких: лекції – 40, лабораторні заняття – 32; СРЗ – 63/78*)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	«Основи теорії кіл», «Схемотехніка»

* Для здобувачів, які навчаються за скороченим терміном.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – формування у здобувачів теоретичних та практичних знань щодо принципів дії імпульсних, логічних, цифрових та мікропроцесорних пристроїв, методів їхнього розрахунку, особливостей використання, а також вмінь та навичок, необхідних для аналізу та синтезу схем на основі цифрових обчислювальних пристроїв.

Завдання – навчити здобувачів основних властивостей цифрових схем, розвинути навички самостійного розв'язання задач, що пов'язані з проектуванням та експлуатацією цифрових та мікропроцесорних пристроїв.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі інформаційних та комунікаційних засобів та технологій, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати наступні здатності:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК8. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати наступні здатності:

СК2. Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки

СК3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації

СК4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм

СК6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах

СК10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – Знання теорій та методів фундаментальних та загально-інженерних наук в об'ємі, необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності

ПРН3 – Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності

ПРН6 – Вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо

ПРН12 – Вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Алгебра логіки

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Обчислювальна техніка та мікропроцесори»

- теми лекцій:

Предмет курсу, його взаємозв'язок з іншими дисциплінами навчального плану. Основні поняття і визначення. Ключові етап розвитку обчислювальної техніки. Зв'язок параметрів схемотехніки та поколінь електронно-обчислювальних машин (ЕОМ). Класична архітектура ЕОМ фон Неймана. Основні принципи проектування цифрових пристроїв.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Системи числення

- теми лекцій:

Визначення системи числення. Позиційна система числення. Вибір системи числення. Перетворення чисел з однієї системи числення в іншу. Способи представлення чисел в ЕОМ. Арифметичні операції в двійковій системі числення.

- теми лабораторних занять: Вивчення основ роботи з числами у двійковому коді

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Основи алгебри логіки

- теми лекцій:

Основні визначення алгебри логіки (булевої алгебри). Поняття логічної функції (булевої функції, функції алгебри логіки). Базові функції алгебри логіки. Основні теореми, аксіоми, використовувані для спрощення логічних виразів. Канонічні форми логічних функцій. Приведення логічних формул к канонічному виду. Нормальні форми для логічних формул. Досконала

диз'юнктивна нормальна форма (ДДНФ). Досконала кон'юнктивна нормальна форма (ДКНФ).

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 4. Мінімізація логічних функцій

- теми лекцій:

Практичне застосування канонічних форм логічних формул. Проблема мінімізації логічних функцій, основні визначення. Основні методи мінімізації логічних функцій. Метод прямого перебору. Метод Квайна. Табличний метод Квайна-мак Клаські. Метод діаграм (карт) Карно. Особливості застосування різних методів мінімізації. Особливості мінімізації частково визначених логічних функцій.

- теми лабораторних занять: Вивчення основ роботи з логічними функціями

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 5. Перетворення базису логічних функцій

- теми лекцій:

Функціонально повні логічні базиси. Перехід от канонічної нормальної форми до базису заперечення диз'юнкції. Перехід от канонічної нормальної форми до базису заперечення кон'юнкції.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Основні положення теорії і техніки цифрових інтегральних схем

Тема 1. Логічні елементи

- теми лекцій:

Умовне графічне позначення логічних елементів на схемах. Принципи проектування цифрових інтегральних схем. Класифікація базових логічних елементів.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Базовий логічний елемент транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ)

- теми лекцій:

Ключ на біполярному транзисторі, швидкодія ключа. Ненасичений ключ на додатковому діоді та на переходах Шоттки. Реалізація логічної функції в елементі ТТЛ.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 3. Базовий логічний елемент на МОН-транзисторах

- теми лекцій:

Ключ на МОН-транзисторах з резистивним навантаженням. Ключ на МОН-транзисторах з динамічним навантаженням. Реалізація логічної функції в елементі МОН-транзисторної логіки (МОНТЛ). Реалізація логічної функції в елементі компліментарної МОН-транзисторної логіки (КМОНТЛ).

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 4. Логічні інтегральні мікросхеми

- теми лекцій:

Основні серії мікросхем ТТЛ. Основні серії мікросхем КМОНТЛ. Рівні логічних сигналів мікросхем ТТЛ та КМОНТЛ. Маркування логічних мікросхем. Позначення логічних мікросхем на схемах. Приклади логічних мікросхем.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 2

Змістовний модуль 3. Цифрові (дискретні) автомати

Тема 1. Основні елементи теорії автоматів

- теми лекцій:

Абстрактний цифровий автомат. Автомати Мілі, Мура і С-автомат. Матричний спосіб завдання автомата. Графічний спосіб завдання автомата. Аналітичний спосіб завдання автомата. Структурний синтез цифрових автоматів.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Комбінаційні цифрові автомати (схеми)

- теми лекцій:

Загальні принципи побудови. Приклади комбінаційних автоматів.

- теми лабораторних занять: Побудова та тестування комбінаційних автоматів (схем)

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Цифрові автомати з пам'яттю (послідовнісні автомати)

- теми лекцій:

Загальні принципи побудови. Канонічний метод структурного синтезу.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 4. Тригери

- теми лекцій:

Асинхронні RS-тригери. Синхронні одноступеневі RS-тригери. Синхронні двоступеневі RS-тригери. Т-тригери. D-тригери. JK-тригери. Схеми взаємного перетворення тригерів різних типів. Несиметричний тригер (тригер Шмідта).

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 5. Лічильники і дільники

- теми лекцій:

Класифікація і основні параметри лічильників та дільників. Лічильники з послідовним переносом. Сумуючий та від'ємний лічильники. Реверсивний лічильник. Лічильники з наскрізним та паралельним переносом. Додаткові опції лічильників.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 6. Регістри

- теми лекцій:

Класифікація регістрів. Регістри пам'яті. Зсувні регістри (регістри зсуву). Різновиди зсувних регістрів.

- теми лабораторних занять: Побудова та тестування послідовнісних автоматів (автоматів з пам'яттю)
- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 7. Напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої (ЗП)

- теми лекцій:

Основні параметри запам'ятовуючих пристроїв. Класифікація запам'ятовуючих пристроїв. Схема адресного ЗП з довільним доступом. Схема адресного ЗП з послідовним доступом. Схема асоціативного ЗП. Основні види та ієрархія пам'яті обчислювальних систем. Організація вторинної пам'яті. Формування пам'яті потрібного об'єму. Способи організації адресації. Статичні оперативні ЗП. Динамічні оперативні ЗП. Постійні запам'ятовуючі пристрої. Однократно та багатократно програмовані постійні запам'ятовуючі пристрої.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 3

Змістовний модуль 4. Особливості архітектури мікропроцесорів (МП)

Тема 1. Трьохшинна архітектура мікропроцесорної системи

- теми лекцій:

Структурна схема мікропроцесорної системи з трьохшинною архітектурою, її основні вузли: центральний процесор, пам'ять і зовнішні пристрої. Призначення шин адреси, даних і управління. Основні сигнали управління операціями вводу/виводу.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Однокристалні МІКРО-ЕОМ (мікроконтролери, МК)

- теми лекцій:

Структурна схема однокристалних МІКРО-ЕОМ і її основні вузли: регістри загального та спеціального призначення, стек, програмний лічильник, внутрішня оперативна та постійна пам'ять, схема синхронізації і управління, арифметико-логічний пристрій, внутрішній таймер, інтерфейс введення/виводу. Сімейство мікроконтролерів MCS-51 на базі ядра Intel 8051. Представник сімейства MCS-51 від фірми Silicon Labs МК C8051F121. Обчислювальне ядро МК C8051F121 CIP-51.

- теми лабораторних занять:

Ознайомлення з лабораторним макетом для досліджень мікроконтролерної системи на основі процесора C8051F121

Вивчення основ роботи з арифметико-логічним пристроєм МК C8051F121

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Периферійні інтерфейси

- теми лекцій:

Організація системної шини. Організація паралельного порту вводу-виводу. Організація послідовного порту вводу-виводу. Синхронні послідовні порти SSI, SPI та I2C. Асинхронні послідовні порти.

- теми лабораторних занять: Вивчення основ роботи з портами вводу-виводу МК C8051F121

- самостійна робота здобувача освіти:

опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 4

Змістовний модуль 5. Загальні питання програмного забезпечення мікропроцесорних систем на прикладі МП типа MCS-51

Тема 1. Програмне забезпечення МП з фіксованим набором команд

- теми лекцій:

Програмна модель МП типа MCS-51. Внутрішні регістри: регістри даних, регістри управління. Зовнішні регістри: пам'ять, засоби вводу/виводу. Принцип програмного об'єднання 8-мі бітових регістрів в 16-ти бітові регістрові пари.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Режими адресації і система команд МП MCS-51

- теми лекцій:

Пряма адресація. Безпосередня адресація. Регістрова адресація. Непряма адресація. Можливість програмного здійснення індексної адресації. Системи команд. Розділення системи команд МП на групи відповідно до їх функціонального призначення. Групи команд пересилки, арифметичних і логічних операцій, передачі управління і група спеціальних команд.

- теми лабораторних занять: Вивчення основ роботи з різними видами пам'яті МК C8051F121

- самостійна робота здобувача освіти:

опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Основи програмування на мові C-51

- теми лекцій:

Цикл розробки програми. Базові рекомендації з написання і налагодження програм. Типова структура програми для МК. Основні особливості, алфавіт і лексичні одиниці мови C-51. Оператори мови C-51. Оператори оголошення. Типи змінних. Виконувані оператори. Пріоритет і порядок виконання операцій. Умовний оператор. Структурний і порожній оператори. Оператори циклів. Оператор вибору. Оператори передачі управління. Основні знаки пунктуації.

- самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 5

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) переконання у значущості навчання;
- 2) вимоги;
- 3) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) пояснювально-ілюстративний;
- 2) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
- 3) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 4) практичний (вправи).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю при здачі лабораторних робіт, тестового після-лекційного контролю, тестового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи	0 0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	2	0...6
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи	0 0,5	8	0...4
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Змістовний модуль 3			
Активність під час аудиторної роботи	0 0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	2	0...6
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Змістовний модуль 4			
Активність під час аудиторної роботи	0 0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	3	0...9
Модульний контроль	0...12	1	0...12
Змістовний модуль 5			
Активність під час аудиторної роботи	0 0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	1	0...3
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань, за кожне з яких можна отримати максимально по п'ятдесят балів (сума – 100 балів).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати знання і уміння для забезпечення програмних результатів навчання. Виконати п'ять модульних робіт. Виконати та захистити всі вісім лабораторних робіт.

Добре (75-89) – мати тверді знання, уміння й навички для забезпечення програмних результатів навчання. Виконати п'ять модульних робіт. Виконати та захистити всі вісім лабораторних робіт в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням отриманих результатів. Додатково до вимог, які визначено для отримання задовільної оцінки: уміти проводити ґрунтовний аналіз обчислювальних й мікроконтролерних систем, вміти самостійно проектувати такі системи.

Відмінно (90-100) – мати знання, уміння й навички, що дадуть змогу самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на будь-які питання щодо обчислювальних й мікроконтролерних систем з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів. Виконати п'ять модульних робіт. Виконати та захистити всі вісім лабораторних робіт в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням отриманих результатів. Вміти самостійно пропонувати комплекс конструкторсько-технологічних рішень, які можуть забезпечити потрібні властивості обчислювальних й мікроконтролерних систем.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Відвідування лекційних занять є обов'язковим. Контроль засвоєння лекційного матеріалу здійснюється шляхом проходження після-лекційного тестування, доступного протягом тижня з дати проведення лекції. У разі відсутності здобувача освіти на лекції у нього лишається можливість протягом тижня самостійно проробити матеріал лекції та пройти після-лекційний тест за нею. У разі хвороби або академічної мобільності студент має можливість домовитися про індивідуальний графік освоєння лекційного матеріалу та проходження після-лекційних тестів.

Відвідування лабораторних занять також є обов'язковим. Виконання лабораторних робіт включає оформлення звіту за результатами лабораторної роботи. Виконання лабораторної роботи здійснюється упродовж двох тижнів з дати проведення заняття. У разі відсутності здобувача освіти на лабораторному занятті в нього лишається можливість протягом двох тижнів виконати та оформити лабораторну роботу самостійно. Для отримання позитивної оцінки за курсом здобувач освіти обов'язково має виконати усі передбачені навчальною програмою лабораторні роботи. Якщо виконання лабораторної роботи здійснюється після спливання двотижневого терміну після дати заняття, здобувач освіти отримує меншу кількість балів за її виконання. У разі хвороби або академічної мобільності студент має можливість домовитися про індивідуальний графік виконання лабораторних робіт.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Абрамов С.К. Конспект лекцій за курсом. – 216 с. – В електронному виді.
2. Методичні вказівки до лабораторного практикуму. – 150 с. – В електронному виді.
3. Абрамов, К. Д. Аналогова схемотехніка [Текст] : навч. посіб. / К. Д. Абрамов, С. К. Абрамов, В. В. Абрамова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 128 с.

Навчально-методичний комплекс дисципліни
розміщено на офіційному сайті університету:
http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/003_Obchislyuvalna.pdf та у
системі дистанційного навчання Ментор:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1662>

11. Рекомендована література

Базова

1. Prasad R. Analog and Digital Electronic Circuits: Fundamentals, Analysis, and Applications. – Springer, 2021.
2. Westcott S., Westcott J. R. Basic Electronics: Theory and Practice. – Stylus Publishing, LLC, 2020.
3. Mazidi M. A., Mazidi J. G., McKinlay R. D. The 8051 microcontroller and embedded systems: using Assembly and C. – Pearson/Prentice Hall, 2021. – Т. 626.

Допоміжна

1. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика: Підручник / Є.І. Сокол, І.Ф. Домнін, О.М. Рисований та ін. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2023. – 252с.
2. Nahin P. J. The Science of Radio: with MATLAB® and Electronics Workbench® Demonstrations. – Springer Science & Business Media, 2021.
3. Tokheim R. L. Digital electronics. – Glencoe, 1994.

12. Інформаційні ресурси

Система дистанційного навчання університету Mentor
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1662>