

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

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих
засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
 Володимир ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ЕЛЕКТРОНІКА ТА СХЕМОТЕХНІКА

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 "Хімічна інженерія та біоінженерія"
(цифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 "Біомедична інженерія"
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Біомедична інженерія

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробники: Олійник В. П., професор каф. 502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Олійник В. М., доцент каф. № 502, к.т.н., доцент.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(502)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 р.

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


(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА
(ім'я та прізвище)

(назва кафедри)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис)

Яна Чжан
(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладачів



ПІБ: Олійник Володимир Петрович

Посада: професор

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Основи електроніки та схемотехніки, Біофізика та біомеханіка, Апаратні методи медико-біологічних досліджень, Діагностичні і терапевтичні апарати та системи

Напрями наукових досліджень: Бездротове живлення імплантатів, Технічні засоби інформаційно-хвильової терапії, Пристрої діагностики за методом газорозрядної візуалізації

Контактна інформація: тел. +380 97-151-3059,
e-mail: v.oliinyk@khai.edu



ПІБ: Олійник Вячеслав Миколайович

Посада: доцент

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Діагностичні і терапевтичні апарати та системи. Електроніка та схемотехніка. Проєктування засобів та технологій біомедичної інженерії

Напрями наукових досліджень: Електроакустичні перетворювачі. Автономне живлення біомедичної апаратури

Контактна інформація: тел. +380-97-601-1675,
e-mail: v.oliinyk@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5, 6
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5 семестр <i>денна</i> : 3,5 кредитів ЄКТС / 105 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 16, практичні – 24; СРЗ 65); 6 семестр <i>денна</i> : 4,5 кредити ЄКТС / 135 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 24; СРЗ – 87);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	5 семестр Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік. 6 семестр Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	«Вища математика», «Фізика», «Основи програмування та комп'ютерних технологій», «Основи електроніки та схемотехніки»
Кореквізити	«Основи проектування біомедичних засобів».
Постреквізити	«Комплексний курсовий проєкт з електроніки та схемотехніки», «Діагностичні і терапевтичні апарати та системи».

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

Мета: дати базові знання з використання методів, елементів, схемотехнічних рішень цифрової електроніки для побудови електронних біомедичних пристроїв.

Завдання – формування основних принципів побудови біомедичних електронних пристроїв, їх технічних характеристик, функціонального складу та особливостей схемотехнічних рішень, що застосовуються при проектуванні цифрових функціональних вузлів біомедичних пристроїв.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

– здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі хімічної та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів біомедичної інженерії для проведення досліджень та/або розроблення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

– здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1);
– знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
– здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК7);
– здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК8);
– здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності (ЗК14);

Спеціальні компетентності (ФК):

– здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем (ФК1);

– здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (ФК2);

– здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації (ФК4);

– здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку при розробці біомедичних продуктів (ФК6);

– здатність розробляти, та контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах (ФК7).

Програмні результати навчання (ПРН)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

– застосовувати знання основ математики, фізики, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії (ПРН1);

– вміти використовувати математичне і програмне забезпечення для обробки даних біотехнічних систем (ПРН5);

– розуміти теоретичні та практичні підходи до створення медичного обладнання та медичної техніки (ПРН8);

– вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки апаратної схеми медичних приладів та систем (ПРН17);

– вміти застосовувати знання принципів побудови сучасних сенсорів та мікропроцесорної техніки, засобів автоматизації медичного обладнання, методів та засобів отримання та обробки сигналів при проектуванні біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем (ПРН19).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

5 семестр

Змістовий модуль 1. Імпульсна і цифрова схемотехніка.

Тема 1. Вступ до дисципліни. Елементи імпульсної техніки.

Лекційні заняття.

Роль імпульсної і цифрової електроніки у сучасній техніці. Використання цифрової електроніки у сучасних засобах біомедичної інженерії.

Параметри імпульсних сигналів. Електронні ключі (діодні, транзисторні). Амплітудні обмежувачі і селектори імпульсів. Генератори пілкоподібних імпульсів.

Практичні заняття.

Амплітудні обмежувачі імпульсів.

Генератори пілкоподібних імпульсів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 2. Елементи цифрової електроніки.

Лекційні заняття.

Загальна характеристика цифрової електроніки, основні відмінності від аналогової. Поняття логічних станів. Системи числення. Логічні елементи, основні логічні операції.

Найпростіші схеми логічних елементів. Елементарні логічні елементи І, АБО, НІ, ЗАБОРОНА. Комбіновані логічні елементи І-НІ, АБО-НІ. Поширені типи логічних елементів. Таблиці істинності.

Практичні заняття.

Представлення чисел, системи числення, коди.

Синтез цифрового пристрою за логічною функцією. Таблиці істинності.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 1.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

Змістовий модуль 2. Функціональні вузли цифрової електроніки.

Тема 3. Послідовна цифрова електроніка.

Лекційні заняття.

Поняття послідовної логіки. Тригери їх структура і класифікація. RS-Тригери. D- Тригери. JK- Тригери. Тригери із синхронізацією (Т- тригери). Лічильники (двійкові, двійково-десяткові). Регістри паралельні, послідовні. Цифрові лічильники імпульсів. Лічильники реверсивні, рівнобіжні, послідовні. Дільники частоти. Суматори. Елементи пам'яті.

Практичні заняття.

Тригери. Лічильники. Регістри.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 4. Перетворювачі інформації. Елементна база мікроелектроніки.

Лекційні заняття.

Цифрові шифратори, дешифратори. Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП) їх структура, різновиди. Цифро-аналогові перетворювачі.

Елементна база мікроелектроніки. Інтегральні схеми, структура, класифікація. Гібридні інтегральні схеми. Напівпровідникові інтегральні схеми. Елементи оптоелектроніки. Елементи кріоелектроніки. Перспективні елементи біоелектроніки.

Практичні заняття.

Дешифратори. Структура АЦП.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 2.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

Розрахунково-графічна робота (РГР).

Самостійна робота: виконання індивідуального завдання, підготовка до захисту розрахунково-графічної роботи.

МОДУЛЬ 2

Семестр 6

Змістовний модуль № 3. Теоретичні основи побудови БМЗ на МП

Тема 5. Мікропроцесори у БМЗ.

Лекційні заняття.

Становлення й розвиток обчислювальної техніки і мікропроцесорної електроніки в історичному аспекті та застосування її у сучасних біомедичних засобах, діагностичних та терапевтичних апаратах та комплексах.

Класифікація мікроконтролерів (МК), мікропроцесорів (МП) та однокристальних ЕОМ. Загальне уявлення про архітектуру та функціональні можливості мікроконтролерів. Огляд галузей застосування МК та МП.

Типові функціональні схеми радіоелектронних приладів на ґрунті МП. Розгляд критеріїв вибору моделі мікроконтролера під задачу, що розв'язується.

Сучасні виробники МК. Сімейства мікроконтролерів, їх порівняльний опис з аналізом оптимальних (пріоритетних) галузей застосування.

Практичні заняття.

Вивчення типових архітектур побудови та функціональних можливостей мікроконтролерів, критеріїв вибору мікроконтролера в пристроях медичної

апаратури. Аналіз сучасних мікроконтролерів, їх сімейств, та опис характеристик.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 6. Апаратні засоби розробки МП пристроїв.

Лекційні заняття.

Філософія побудови мікропроцесорної техніки. Загальне функціонування мікроконтролера. Поняття програмно-апаратних засобів розроблювача мікроконтролерних систем. Побудова та робота мікроконтролерів, загальні міркування. Типова архітектура МК. Шинна структура зв'язків. Особливий алгоритм роботи мікроконтролера. Типи, склад та параметри сучасних мікроконтролерів. Пам'ять мікроконтролерів. Пам'ять програм і пам'ять даних. Фізичні принципи побудови компонентів пам'яті. Flash ROM, ОЗУ- динамічні DRAM; статичні SRAM. Зовнішня пам'ять для мікроконтролерів.

Практичні заняття.

Вивчення роботи мікроконтролерів для типових архітектур. Функціонування мікроконтролерів та їх основних складових компонентів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 3.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

Змістовний модуль № 4. Програмно-апаратні засоби реалізації функцій мікроконтролерів при застосуванні у БМЗ.

Тема 7. Склад і режими роботи мікропроцесорної системи.

Лекційні заняття.

Типові компоненти архітектури МК модулів. Режими роботи мікроконтролерів. Поняття переривання. Різновиди переривань у МК. Процедури оброблення переривань. Процес оброблення переривань. Керування перериваннями. Обмін інформацією по шинам МК та цикли обміну. Шинна структура. Мультиплексування шин адреси і передачі даних. Проходження сигналів по магістралі. Стандартні протоколи обміну даними та управління.

Порти вводу/виводу, їх налаштування. Регістри керування. Типові схеми підключення. Паралельні порти вводу/виводу. Порти послідовного вводу/виводу.

Інтерфейсні модулі МК: UART, SPI, CAN, I²C, USB. Галузі застосування. Типові режими. Переривання від інтерфейсних модулів. Таймери та процесори подій МК. Схемна побудова. Режими роботи. Регістри керування. Переривання від таймерів.

Аналогові модулі МК. Аналогові компаратори. Аналого-цифрові перетворювачі. Принципи побудови та режими роботи. Енергоживлення МК, синхронізація, режим скиду.

Практичні заняття.

Вивчення режимів роботи мікроконтролерів. Оцінка варіантів обрання різновидів переривань. Вивчення параметрів проходження сигналів по шинній магістралі. Особливості використання портів вводу/виводу, їх налаштування. Типові схеми підключення.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 8. Побудова сучасних пристроїв електроніки та БМЗ на основі МК.

Лекційні заняття.

Типові найбільш застосовувані схеми та характеристики вимірювальних і перетворюючих пристроїв у БМЗ. Вимірювачі електричних величин. Апаратно-програмна реалізація вольтметра на МК. Принципи вимірювання частоти. Типова реалізація цифрового частотоміру на МК. Частотомір високих частот. Частотомір наднизьких частот.

Спеціалізовані та перспективні мікропроцесори та мікроконтролери. Інтегровані програмні середовища розробки (ІПСР), компілятори, сервісні програми, макетно-тестові набори розробника, програматори, внутрішні відладчики. Типові оператори. Типова структура програми для мікроконтролера.

Програмні середовища розробки фірми Atmel (AVRstudio, CodeVision AVR), компілятори з асемблеру і "C".

Практичні заняття.

Вивчення типових прикладів побудови мікропроцесорних пристроїв для біомедицинської апаратури. Розгляд поширених апаратно-програмних засобів розробки мікропроцесорної техніки.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 4.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

5. Індивідуальні завдання

5 семестр

Розрахунково-графічна робота «Розроблення схеми і таблиці істинності цифрового пристрою за логічною функцією»

6 семестр

Примітка – індивідуальні завдання (РР, РГР) не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу (практичних занять); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). Технологія дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Семестр 5

Усне опитування, захист практичних робіт, модульний контроль, захист розрахунково-графічної роботи, підсумковий контроль, залік.

Семестр 6

Усне опитування, захист практичних робіт, модульний контроль, підсумковий контроль, іспит.

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

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти
Семестр 5

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Розрахунково-графічна робота	0...10	1	0...10
Усього за семестр			0...100

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

Білет для заліку складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

**Таблиця 8.2 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти
Семестр 6**

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...20	1	0...20
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 заліку здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох питань, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	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). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі практичні та індивідуальні завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати простіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися при виконанні практичних завдань.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріпляти вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки.

Виконати всі завдання практичних занять та індивідуальне завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні тим, що використовувалися при виконанні практичних завдань.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі завдання практичних занять з навчальної дисципліни та індивідуальне завдання. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти нестандартні алгоритми та програмні рішення, відмінні від тих, що використовувалися при виконанні практичних занять.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

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, фабрикавання 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-dokumenty/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Основи цифрових систем / І.П. Барабаш та ін. - підручник. - Х.: НАУ ХАІ, 2002. - 672 с.

2. Цифрова схемотехніка: Методичні вказівки до самостійної роботи студента. Електронне видання / А. В. Попов / Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. Н. Е. Жуковського "Харьк. авиац. ин-т", 2019. - 18 с.

3. Попов, А. В. Цифрова схемотехніка [Текст] : навч. посібник до лаб. робіт та практ. занять/ А. В. Попов, Д. В. Колесніков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 48 с.

4. Попов А.В. Застосування мікропроцесорів у радіоелектронних та біомедичних засобах. Методичні вказівки до лаб. робіт та практ. занять. Електронне видання / А. В. Попов / Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 36 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k502.khai.edu>; <https://mentor.khai.edu/>

11. Рекомендована література

Основна:

1. Болух В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 257 с.

2. Рябенський, В.М. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки. Електронний підручник для вищих навчальних закладів. Т. 1 [Текст] / В.М. Рябенський, В.Я. Жуйков, Ю.С. Ямненко, А.В. Заграничний. – К.: КПІ, 2016. – 399 с.

3. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. 2016. – 440 с.

Допоміжна:

1. Хіхловська І.В., Антонов О.С. Обчислювальна техніка та мікропроцесори. Підручник. – [2-ге вид.]. – Одеса, ОДУ, 2011. – 440 с.

2. Борисенко, О. А. Цифрова схемотехніка: підручник [Текст] / О.А. Борисенко. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 200 с.

3. 8-bit Atmel Microcontroller with 128KBytes In-System Programmable Flash ATmega128 / ATmega128L. Summary. Atmel Corp, 2011. [електронний ресурс].

Режим доступу
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/2467s.pdf>

4. Медичні мікропроцесорні системи: Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» та 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»/ В.В. Шликов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 111 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Система Mentor. Розділ навчальної дисципліни «Електроніка та схемотехніка» [електронний ресурс]. Режим доступу <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7335>
2. AVRCalc [Електронний ресурс]/ Calculator for the AVR Microcontroller. – Режим доступу: <http://clsq1.medinfo.com>, вільний. – Загол. з екрану. – Мова англ.
3. Електронна бібліотека НАУ «ХАІ» <http://Library.khai.edu>