



# ЕЛЕКТРОНІКА І ОСНОВИ СХЕМОТЕХНІКИ – 2. ЦИФРОВА ЕЛЕКТРОНІКА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>173 Авіоніка</i>
Освітня програма	<i>Системи керування літальними апаратами та комплексами</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат технічних наук, доцент, Бобков Юрій Володимирович, контактні дані: тел. +044-2048634, e-mail: izvt@ukr.net Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент, Бобков Юрій Володимирович, контактні дані: тел. +044-2048634, e-mail: izvt@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський», Moodle: <a href="https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=4394">https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=4394</a> <a href="https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=4392">https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=4392</a> <a href="https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=3374">https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=3374</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Електроніка і основи схемотехніки-2. Цифрова електроніка» (ЕОС–2. ЦЕ) належить до нормативних навчальних дисциплін циклу загальної підготовки за спеціальністю 173 «Авіоніка» освітньо-професійною програмою «Системи керування літальними апаратами та комплексами».

На сучасному етапі розвитку систем авіоніки покращення їх характеристики та підвищення ефективності відбувається за рахунок новітніх досягнень в області електроніки. Одним з суттєвих елементів будь якої системи керування є цифрові електронні компоненти. Тому вивчення дисципліни «Електроніка і основи схемотехніки-2.

Цифрова електроніка» є необхідним та обов'язковими для здобувачів спеціальності 173 «Авіоніка».

Дисципліна формує у здобувачів вищої освіти теоретичні знання та практичний досвід у галузі цифрової електроніки.

## **1 Мета та завдання навчальної дисципліни**

### 1.1 Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей.

#### **ЗДАТНІСТЬ:**

ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

ЗК 12 Здатність розуміти та використовувати закони фізики та хімії.

ФК 2 Здатність використовувати основи електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань авіоніки

### 1.2 Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

РН 12 Аналізувати, розраховувати та проектувати електричні та електронні системи авіоніки.

РН 17 Вміти створювати радіоелектронну апаратуру та прилади літальних апаратів і наземних комплексів із використанням систем автоматизованого проектування.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліни бакалаврської підготовки, що забезпечують початкову підготовку до навчання: ЗО 11 «Фізика», ЗО 16 «Електротехніка». В свою чергу він забезпечує наступні дисципліни: ЗО 21 «Математичне забезпечення цифрових систем», ПО 2 «Мікроконтролерні обчислювачі», ПО 3 «Інформаційно-вимірювальні пристрої» та ПО 11 дипломне проектування.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Елементна база електроніки. Чотириполюсники, їх параметри та характеристики.

1.1. Пасивні елементи електричних схем.

1.2. Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів.

1.3. Напівпровідникові діоди.

- 1.4. Біполярні транзистори.
- 1.5. Польові транзистори.
2. Аналогові електронні пристрої.
  - 2.1. Електронні підсилювачі.
  - 2.2. Зворотний зв'язок та його вплив на параметри підсилювачів.
  - 2.3. Підсилювачі постійної та змінної напруги на операційних підсилювачах.
    - Суматори сигналів на операційних підсилювачах.
  - 2.4. Компаратори сигналів.
  - 2.5. Аналогові фільтри.
3. Імпульсна електроніка.
  - 3.1. Характеристики імпульсних сигналів.
  - 3.2. Формувачі імпульсів.
  - 3.3 Ключі на транзисторах.
4. Цифрова електроніка.
  - 4.1. Основи теорії логічних схем. Інтегральні логічні елементи.
  - 4.2. Тригери.
  - 4.3. Лічильники імпульсів.
  - 4.4. Регістри.
  - 4.5. Шифратори, дешифратори. Мультиплексори, демюльтиплексори.
5. Схемотехніка вимірювальних каналів.
  - 5.1. Узагальнена структурна схема вимірювального каналу.
  - 5.2. Аналого-цифрові перетворювачі.
  - 5.3. Цифро-аналогові перетворювачі.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Рекомендована література:**

##### **Базова**

1. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 366 с.: іл.
2. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 2. Цифрова схемотехніка: Підручник / В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков, та ін. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 423 с.: іл.
3. Гринфілд Дж. Транзисторы и линейные ИС.- М.: Мир, 1992.- 554 с.
4. Опадчий Ю.В., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. — М.: Горячая линия – Телеком, 1999. – 768 с.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Мир, 1998. – 700 с.
6. Титце, Шенк. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982. – 510 с.

## Допоміжна

1. Кауфман Л.С., Сидман А. Практическое руководство по расчетам схем в электронике: справ. 2 т.: пер. с английского (под ред. Покровского) – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 288 с.

2. Губар В.І., Павленко Ю.Ф., Величко О.М. та ін. Вимірювання параметрів електричних сигналів. Під редакцією В.І. Губара. Навч. посіб. для студ. вищих навч. зак. – К.: [Університет “Україна”], 2007. – 352 с.

3. Справочник. Цифровые и аналоговые интегральные схемы. М.: Радио и связь, 1989. - 496 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	2
1	Програма і завдання кредитного модуля «Електроніка і основи схемотехніки-2. Цифрова електроніка» (1 година). Характеристики імпульсних сигналів. (1 година). [баз.:1,гл.4; 2,гл.6; 4,гл.5; д.:2, гл.2] Завдання на СРС. Спектр імпульсного сигналу.
2	Формувачі імпульсів. [баз.:2,гл.6; 5,гл.4; 6,гл.3; 4,гл.2; д.:1,гл.5; 2,гл.3] Завдання на СРС. Обмежувачі сигналів.
3	Ключі на біполярних транзисторах. [баз.:3,гл.6; 5,гл.4; 6,гл.3; 4,гл.3; д.:1,гл.5; 2,гл.3] Завдання на СРС. Ключі на польових транзисторах.
4	Ключі на польових транзисторах. [баз.:3,гл.6; 5,гл.4; 6,гл.3; 4,гл.3; д.:1,гл.5; 2,гл.3] Завдання на СРС. Ключі на польових транзисторах.
5	Основи теорії логічних схем. Теореми бульової алгебри. [баз.:2,гл.7; 4,гл.6; 5,гл.3; 10,гл.1; д.:3,гл.1,2] Завдання на СРС. Аналітична форма бульових функцій.
6	Основи теорії логічних схем. Мінімізація бульових функцій. [баз.:2,гл.7; 4,гл.6; 5,гл.3; 10,гл.1; д.:3,гл.1,2] Завдання на СРС. Мінімізація бульових функцій.
7	Синтез цифрових пристроїв по бульовим функціям. Інтегральні логічні елементи. [баз.:2,гл.7; 4,гл.6; 5,гл.3; 10,гл.1; д.:3,гл.1,2] Завдання на СРС. Транзисторно-транзисторна логіка.
8	Тригери. RS-тригери. [баз.:2,гл.7; 4,гл.6; 5,гл.3; 10,гл.4; д.:3,гл.2] Завдання на СРС. Класифікація тригерів.
9	Тригери. D-,T-,JK-тригери. [баз.:2,гл.7; 4,гл.6; 5,гл.3; 10,гл.4; д.:3,гл.2] Завдання на СРС. Взаємні перетворення тригерів.

1	2
10	Лічильники імпульсів (ЛІ).. [баз.:2,гл.7; 4,гл.6; 5,гл.3; 10,гл.5; д.:3,гл.3] Завдання на СРС. Двійково-десяткові лічильники.
11	Регістри. [баз.:2,гл.8; 4,гл.7; 5,гл.6; 10,гл.7; д.:3,гл.6] Завдання на СРС. Регістр-клямка.
12	Дешифратори, шифратори. [баз.:2,гл.8; 4,гл.7; 5,гл.6; 10,гл.7; д.:3,гл.6] Завдання на СРС. Пірамідальні дешифратори.
13	Мультиплектори, демюльтиплектори. [баз.:2,гл.8; 4,гл.7; 5,гл.6; 10,гл.7; д.:3,гл.6] Завдання на СРС. Мультиплексорне дерево.
14	Модульна контрольна робота по матеріалах розділу 3-4. [баз.:1 – 6; д.:1,3] Завдання на СРС. Повторення матеріалу розділів 3-4.
15	Узагальнена структурна схема вимірювального каналу. [баз.:4,гл.3-7; 5,гл.10; д.:2,гл.1,2] Завдання на СРС. Нормуючі пристрої.
16	АЦП співставлення. [баз.: 5, гл.12; д.:2,гл.5] Завдання на СРС. Основні параметри АЦП співставлення.
17	АЦП врівноваження. [баз.: 5, гл.12; д.:2,гл.5] Завдання на СРС. Похибки АЦП врівноваження.
18	Цифро-аналогові перетворювачі. [баз.: 5, гл.13; д.:2,гл.7] Завдання на СРС. Перетворювачі код-напруга на сітках R-2R.

### Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять - закріплення знань, отриманих при вивченні теоретичного курсу, та отримання практичних умінь та досвіду по проведенню експериментальних досліджень цифрових компонентів та електронних схем за допомогою спеціалізованих прикладних програмних пакетів.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.годин
1	2	3
1	Дослідження схем формувачів імпульсів на основі диференціюючих і інтегруючих кіл за допомогою програми схемотехнічного моделювання Multisim.	4
2	Дослідження схем формувачів імпульсів на основі обмежувачів послідовного та паралельного типу на діодах за допомогою програми схемотехнічного моделювання Multisim.	2
3	Дослідження ключів на біполярних транзисторах за допомогою програми схемотехнічного моделювання Multisim.	4
4	Дослідження тригерних схем за допомогою програми схемотехнічного моделювання Multisim.	4
5	Дослідження регістрів за допомогою програми схемотехнічного моделювання Multisim.	4

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) полягає в підготовці до аудиторних лекційних занять та МКР згідно завдань на СРС до лекційних занять, та підготовці до лабораторних робіт згідно методичних рекомендацій до лабораторних робіт.

### Політика та контроль

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій і лабораторних занять є обов'язковим і здійснюється за затвердженим розкладом.

На аудиторних заняттях мобільні телефони мають бути відключені.

Лабораторні роботи проводяться у комп'ютерному класі з обов'язковим допуском до кожного заняття відповідно доведених викладачем завдань, що викладені у методичних матеріалах (дистанційному курсі) для підготовки до занять. Захист лабораторних робіт і звітів проходить з обов'язковою демонстрацією результатів досліджень під час заключного заняття з лабораторної роботи. Допускається можливість захисту чергової лабораторної роботи у під час наступної за наявності відповідного часу у викладача. Пропущені лабораторні роботи відпрацьовуються самостійно та захищаються за окремим графіком, у тому числі в кінці семестру.

Політика академічної поведінки та доброчесності (плагіат, поведінка в аудиторії): конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем. Плагіат та інші форми академічної не доброчесності неприпустимі. Обов'язковими є орми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) допуск, виконання та захист 5 лабораторних робіт та звітів;
- 2) модульну контрольну роботу (МКР);
- 3) відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

### 1. Лабораторні роботи

Ваговий бал - 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи 40 балів:

- 1) допуск до лабораторних робіт і занять  $5 \cdot 5 = 25$  балів.

Ваговий коефіцієнт оцінки допуску до лабораторних робіт 0,6;

- 2) захист лабораторних робіт  $5 \cdot 5 = 25$  балів.

Ваговий коефіцієнт оцінки захисту лабораторних робіт 0,6;

- 3) захист звітів лабораторних робіт  $5 \cdot 5 = 25$  балів.

Ваговий коефіцієнт оцінки захисту лабораторних робіт 0,4.

Всього балів:

$$5*5*0,6+5*5*0,6+5*5*0,4=40.$$

Критерії оцінювання допуску до лабораторних робіт:

5 балів - протокол лабораторної роботи, включаючи розділ "Підготовка до роботи", підготовлений у повному обсязі; правильні та повні відповіді на запитання;

4 бали - протокол лабораторної роботи, включаючи розділ "Підготовка до роботи", підготовлений у повному обсязі; в цілому правильні відповіді на запитання, але при наявності 1-2 недоліків;

3 бали - протокол лабораторної роботи, включаючи розділ "Підготовка до роботи", підготовлений в необхідному обсязі; неповні відповіді на запитання, з помилками;

2 бали - протокол лабораторної роботи, включаючи розділ "Підготовка до роботи", підготовлений в неповному обсязі; відповіді на запитання з суттєвими помилками;

1 бал - протокол лабораторної роботи підготовлений в неповному обсязі без розділу "Підготовка до роботи"; у відповіді на запитання відсутні логічні кроки, наведені деякі формулювання або їх фрагменти. Для допуску може бути запропоновано виконання розділу "Підготовка до роботи", додаткове вивчення матеріалу в обсязі, необхідному для виконання лабораторної роботи;

0 балів - не підготовлений до лабораторної роботи - не допуск.

Критерії оцінювання захисту лабораторних робіт:

5 балів - правильні повні виконання досліджень відповідно до розділу «Порядок виконання лабораторної роботи» та відповіді на запитання; програмна частина роботи здатна і студент правильно демонструє її можливості; правильні чисельні результати обробки даних з необхідними поясненнями;

4 бали - правильні повні виконання досліджень відповідно до розділу «Порядок виконання лабораторної роботи»; програмна частина роботи здатна, але студент допускає помилки при демонстрації її можливостей; правильні чисельні результати обробки даних з необхідними поясненнями та відповіді на запитання, але при наявності 1-2 недоліків;

3 бали - правильні виконання досліджень відповідно до розділу «Порядок виконання лабораторної роботи»; програмна частина роботи здатна, але студент не може самостійно продемонструвати її можливості; неповна, з помилками відповідь на запитання; чисельні результати обробки даних без необхідних пояснень, з помилками.

У випадку невідповідності вказаним критеріям оцінювання захисту лабораторних робіт, студент виконує необхідне доопрацювання та захищає роботу повторно. При кожному послідовному захисті оцінка знижується на один бал, але не менше ніж до 0 балів.

Критерії оцінювання захисту звітів лабораторних робіт:

5 балів - звіт включає всі матеріали відповідно до розділу "Зміст звіту лабораторної роботи", правильні повні результати обробки даних з необхідними поясненнями та оформленням відповідно стандартів, самостійні висновки з результатами аналізу та чисельними даними;

4 бали - звіт включає всі матеріали відповідно до розділу "Зміст звіту лабораторної роботи", правильні результати обробки даних з необхідними поясненнями та оформленням відповідно стандартів, самостійні висновки, але при наявності 1-2 недоліків;

3 бали - звіт включає всі матеріали відповідно до розділу "Зміст звіту лабораторної роботи", результати обробки даних без необхідних пояснень та з несуттєвими помилками, незадовільне оформлення; висновки носять формальний характер та не відображають результати роботи;

У випадку невідповідності вказаним критеріям оцінювання захисту звітів лабораторних робіт, студент виконує необхідне доопрацювання та захищає звіт повторно. При кожному послідуєчому захисті оцінка знижується на один бал, але не менше ніж до 0 балів.

## 2. Модульний контроль

Ваговий бал - 15. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 10 балів.

МКР може виконуватись:

- 1) шляхом виконання практичного завдання в системі Multisim;
- 2) традиційним способом у вигляді письмової контрольної роботи.

Оцінка за МКР в останньому випадках виставляється відповідно до критеріїв:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15–14 балів;
- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 13-11 балів;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 10-9 бали;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали), або відсутня відповідь, або наведена відповідь на інше запитання – 0 балів.

## 3. Штрафні та заохочувальні бали

Штрафні бали застосовуються при захисті лабораторних робіт і звітів відповідно до п.1.

У випадку відсутності на лабораторному занятті або МКР без поважних причин та виконанні (відпрацьовуванні) в додатковий час чи на іншому занятті отримана відповідна оцінка студента знижується на 1 бал, але не менше, ніж до 0 балів (без урахування вагового коефіцієнта). За несвоєчасну здачу лабораторних робіт, звітів з лабораторних робіт відповідна оцінка знижується на 1 бал за кожний тиждень затримки, але не менше, ніж до 0 балів (без урахування вагового коефіцієнта).

Заохочувальні бали виставляються за підготовку (оформлення) методичних матеріалів (кількість балів виставляється відповідно складності роботи і не перевищує 5 балів).

**Розмір шкали рейтингу R=100 балів.**

**Розмір стартової шкали R<sub>c</sub>=55 балів.**

**Розмір екзаменаційної шкали R<sub>e</sub>=45 балів.**

Умови позитивної проміжної атестації: Для отримання "зараховано" з 1-ї атестації (8 тиждень) студент матиме не менше 12 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів максимальний рейтинг становить 20 балів).

Для отримання "зараховано" з 2-ї атестації (14 тиждень) студент матиме не менше 25 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів максимальний рейтинг становить 50 балів).



Умови допуску до екзамену: зарахування всіх контрольних та лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг  $R_c \geq 27,5$  балів (50 % від  $R_c$ ).

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання і одне практичне, кожне з яких оцінюється із 15 балів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

1) система оцінювання теоретичних запитань:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-14 балів;
- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13-11 балів;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-9 балів;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь, або відсутня відповідь, або наведена відповідь на інше запитання – 0 балів.

2) система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне, безпомилкове розв’язування завдання – 15-14 балів;
- «добре», повне розв’язування завдання із несуттєвими неточностями – 13-11 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 10-9 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано (або виконано невірно, або виконано інше завдання) – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

**Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни R:**

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100 - 95	Відмінно
94 - 85	Дуже добре
84 - 75	Добре
74 - 65	Задовільно
64 - 60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

При вивченні дисципліни застосовується традиційна методика викладання у поєднанні з новітніми інформаційними технологіями.

Теоретичний матеріал викладається у вигляді аудиторних лекцій із застосуванням (при наявності) технічних засобів для відображення ілюстративного матеріалу.

Лабораторні роботи виконуються у комп’ютерному класі з обов’язковим допуском до роботи, на яке надається відповідно підготовлена програмна частина, захистом результатів виконання та підготовленого звіту.

МКР може виконуватись:

- шляхом виконання практичного завдання в системі Multisim;
- традиційним способом у вигляді письмової контрольної роботи.

При вивченні дисципліни необхідно дотримуватися логічної послідовності викладення навчального матеріалу згідно тематичного плану. Проте необхідно враховувати, що виконання МКР та лабораторних робіт потребує попереднього ознайомлення з матеріалами, винесеними на СРС до відповідної теми за базовою та додатковою літературою, та матеріалами відповідних методичних вказівок.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентом каф. СКЛА ІАТ, к.т.н., доцентом, Бобковим Юрієм Володимировичем

**Ухвалено** кафедрою СКЛА (Протокол № 16 від 12 травня 2021 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ )