

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Факультет фізико-технічний факультет  
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Моделювання і проектування цифрових інтегральних схем на базових матричних кристалах (МП ЦІС на БМК)**

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Освітня програма: Інженерія електронних систем

Спеціальність: G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 13 від 26 серпня 2025 р.

Івано-Франківськ – 2025 рік

## **Зміст**

- 1 Загальна інформація
- 2 Анотація до курсу
- 3 Мета та цілі курсу
- 4 Результати навчання (компетентності)
- 5 Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
- 7 Політика курсу
- 8 Рекомендована літератури

## 1. Загальна інформація про викладача і дисципліну

<b>Назва дисципліни</b>	Моделювання і проектування цифрових інтегральних схем на базових матричних кристалах (МП ЦІС на БМК)
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти
<b>Викладач</b>	Доктор технічних наук, професор, Когут Ігор Тимофійович
<b>Контактний тел. викладача</b>	(0342) 59-60-07
<b>Е-mail викладача</b>	igor.kohut@cnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Семестровий
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити (90 годин)
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pnu.edu.ua">http://www.d-learn.pnu.edu.ua</a>
<b>Консультації</b>	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки

## 2. Анотація до курсу

## 3. Мета та цілі курсу

**Мета** - сформувати у студентів практично-прикладні уявлення та знання:

- із комп'ютерного моделювання і проектування елементної бази цифрових ІС на основі БМК з використанням САПР;
- особливості маршрутів проектування цифрових ІС на основі БМК;
- уявлення і поняття про сучасні технології формування КМОН - приладних інтегральних структур; включаючи структури кремній-на-ізоляторі (КНІ КМОН, тривимірні мікро- та нанометрові, багаточарові КНІ КМОН-структури);
- методи між елементної ізоляції у полі матриць елементів ІС;
- конструктивно-технологічні обмеження, проектні норми, правила трасування топологій матричних елементів цифрових ІС;
- методологію схемотехнічного моделювання елементної бази цифрових КМОН ІС з врахуванням впливу міжелементної ізоляції в пакеті прикладних програм TopSpice, параметричну оптимізацію елементів цифрових ІС за критеріями оптимальні електричні, часові і температурні характеристики;
- проектування і схемотопологічне моделювання електричних і часових параметрів інтегральних елементів цифрових ІС в системі MicroWind, аналіз та параметрична оптимізація затримок сигналів у спроектованих топологіях елементів цифрових ІС;

**Завдання:** ознайомлення із архітектурами БМК, особливостями маршрутів проектування та базовими технологіями формування приладних КМОН - структур цифрових ІС на основі БМК; формування вміння аналізувати та проектувати логічні елементи цифрових ІС на матричних комірках; ознайомлення із електрофізичними моделями інтегральних елементів; отримання практичного досвіду з моделювання, проектування та параметричної оптимізації елементів ІС на основі матричних комірок БМК і бібліотечних елементів на їх основі, конструктивно-технологічними обмеженнями, нормами та правилами проектування,

трасування топологій в полі матриць бібліотечних елементів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- особливості маршрутів проектування елементів цифрових ІС на КМОН БМК;
- сучасні підходи і маршрути автоматизованого проектування цифрових ІС на КМОН БМК;
- базові технології формування приладних структур цифрових ІС на основі БМК;
- типи базових комірок, їх топології і схемотехніку;
- функціонально-логічні та аналогові схеми бібліотечних елементів цифрових ІС;
- принципи побудови топологій цифрових елементів КМОН ІС, їх параметричної оптимізації та верифікації на відповідність проектним нормам.

**вміти:**

- аналізувати і вибирати типи комірок для створення інтегральних елементів в сучасних системах автоматизованого проектування і моделювання;
- проектувати бібліотечні елементи ІС на основі базових матричних комірок;
- проектувати та моделювати комбінаційні логічні та аналогові елементи на основі матричних ІС;
- проектувати і автоматизовано генерувати плани топологій матричних кристалів (базових матричних кристалів (БМК)).

#### 4. Результати навчання (компетентності)

##### **Інтегральна**

Здатність розв'язувати складні інженерні задачі практично-прикладного спрямування, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, новизною, під час професійної діяльності у галузі створення цифрових ІС на основі БМК або у процесі навчання, що передбачає проведення комп'ютерних досліджень і моделювань, набуття навиків проектування цифрових ІС різного призначення для цифрової електроніки та інших галузей та/або здійснення інших інноваційних аналогічних підходів.

##### **Загальні**

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

##### **Фахові**

- Здатність оцінювати рівень існуючих технологій у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень та можливість виникнення об'єктів права інтелектуальної власності, відшукувати шляхи та можливості реалізації наукових ідей у прибуткових бізнес-проектах та стартапах.
- Здатність формулювати новизну та актуальність науково-дослідної роботи, вести наукову дискусію і викладати результати досліджень за заданою тематикою в сфері розробки та функціонування електронних та інформаційних систем.
- Здатність оцінювати проблемні ситуації та недоліки в сфері розробки, конструювання, налагодження, функціонування та експлуатації мікроелектронних систем, формулювати пропозиції щодо вирішення проблем та усунення недоліків.
- Здатність застосовувати результати наукових досліджень при розробленні і проектуванні інтегральних пристроїв цифрової електроніки на основі матричних структур, здатність моделювання і проектування бібліотечних елементів БМК, набуття навиків проектування кристалів замовних ІС на основі БМК.

## 5. Організація навчання курсу

<b>Обсяг курсу</b>					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			12		
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>			18		
самостійна робота			60		
<b>Ознаки курсу</b>					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий		
1	Спеціальність: <u>G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка</u>	1	нормативний		
<b>Тематика курсу</b>					
Тема	Форма заняття, год.	Література	Кількість годин	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовий модуль 1</b>					
<b>Тема 1.</b> БМК, вентильні матриці - вентильні матриці програмовані замовником Загальні відомості і поняття Класифікація БМК. Вимоги до їх параметрів. Проектування ЦІС на БМК, вентильних матрицях - програмованих замовником...	лекція	1-4	2	1	Згідно розкладу
<b>Тема 2.</b> Матричні ІС, перспективи і можливості проектування на їх основі ЦІС. Техніко-економічні аспекти проектування ЦІС на БМК.	лекція	1-4	2	1	Згідно розкладу
<b>Тема3.</b> Компонентні набори БМ комірок. Основні поняття і визначення. Параметри БМК. Етапи проектування.	Лекція	1-4	2	1	Згідно розкладу
<b>Тема 4.</b> Структури, особливості комірок БМК на основі КМОН - структур. Приклади комірок, їх схемотехніка.	лекція	4-7	2	1	Згідно розкладу
<b>Тема 5.</b> Принципи між-елементної ізоляції комірок в полі матриці БМК.	лекція	4-7	2	1	Згідно розкладу

Особливості і приклади трасування при створенні бібліотечних елементів БМК.					
<b>Тема 6.</b> Базові комірки матричних ІС на основі КНІ КМОН приладних структур. Їх переваги для створення ЦІС спеціального призначення. Проектні норми, (КТО) проектування топологій КМОН ЦІС на БМК.	лекція	4-7	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			2	7	Згідно розкладу
<b>Практичний модуль</b>					
<b>Тема 1.</b> Практична робота в САПР LTSpice. Редагування КМОН - схем електричних на основі базових матричних комірок. Моделювання функціонування логічних елементів з врахування принципів електричної транзисторної ізоляції у базових комірках.	лаб. роб.	5,8	4	1	Згідно розкладу
<b>Тема 2.</b> Проектування і моделювання електричних та часових параметрів окремих логічних елементів на основі комірок КМОН БМК в LT SPICE.	лаб. роб.	3,5,8	6	1	Згідно розкладу
<b>Тема 3.</b> Дослідження і моделювання характеристик ізоляційних МОН – транзисторів в САПР LT SPICE. Моделювання впливу температури на часові та електричні характеристики логічних елементів.	лаб. роб.	7,8	4	1	Згідно розкладу
<b>Тема 4.</b> Дослідження і моделювання амплітудно-передавальних характеристик тригерних елементів на основі КМОН БМК в САПР LT SPICE.	лаб. роб.	4,5,7,8	4	1	Згідно розкладу
<b>Тема 5.</b> Проектування і моделювання диференціальних підсилювачів на основі КМОН комірок БМК в	лаб.роб.	3,4,8	6	1	Згідно розкладу

LT SPICE.					
<b>Тема 6.</b> Вивчення оболонки та редагування топологій елементів цифрових КМОН ІС в системі MicroWind.	лаб. роб.	5	10	1	Згідно розкладу
<b>Тема 7.</b> Практична робота в системі проектування і моделювання MicroWind. Автоматизована генерація топологій БМК за заданим описом їх конструктивних параметрів. Проектування постійних шин живлення і загальної. Знаки суміщення топологічних шарів.	лаб. роб.	2,5, 8,14	6	1	Згідно розкладу
<b>Тема 8.</b> Проектування логічних елементів КМОН ІС на основі прохідних ключів. Моделювання і параметрична оптимізація їх часових та електричних параметрів в системі проектування і моделювання MicroWind. параметрів.	лаб. роб.	2,5,8,9,15	6	1	Згідно розкладу
<b>Тема 9.</b> Моделювання і параметрична вихідних каскадів ЦІС на матричних комірках.	лаб. роб.	2,5, 8,12	4	1	Згідно розкладу
<b>Самостійна робота</b>					
Тема 1. Вивчення оболонки та редагування топологій елементів цифрових КМОН ІС в системі MicroWind.	само- стійна робота	5	8	1	Згідно розкладу
Тема 2. Особливості задання та машинного опису режимів моделювання цифрових КМОН ІС в системі MicroWind. Тестові приклади.	само- стійна робота	5,10	8	1	Згідно розкладу
Тема 3. Автоматизована генерація топологій бібліотечних елементів КМОН ІС для БМК в системі MicroWind	само- стійна робота	5,8	10	1	Згідно розкладу
Тема 4. Інтегральні перетворювачі-формувачі рівнів сигналів для зовнішнього інтерфейсу в ЦІС на основі периферійних матричних комірок ІС.	само- стійна робота	2,4,5, 7,8	10	1	Згідно розкладу
Тема 5. Практична робота в	само-	2,5,8,9	8	1	Згідно

системі MicroWind з моделювання і проектування елементів інтегральних схем на основі матричних комірок для операційних підсилювачів	стійна робота				розкладу
Тема 6. Моделювання і проектування інтегральних КМОН – елементів схем затримки та виділення фронтів імпульсних сигналів на основі комірок КМОН БМК.	само-стійна робота	2,5,8,10	8	1	Згідно розкладу
Тема 7. Архітектура та інтегральні елементи сенсорних та аналітичних мікросистем–на –кристалі на основі БМК.	лекція	1,2	2	1	Згідно розкладу
Тема 8 Архітектура і периферійні пристрої цифрових ІС на основі БМК. Бібліотечні елементи БМК для елементів зовнішнього інтерфейсу.	лекція	4,7,10	2	1	Згідно розкладу
Тема 9. Проектні норми, конструктивно-технологічні обмеження проектування топологій КМОН цифрових ІС на основі БМК.	лекція	2,7,9	2	1	Згідно розкладу
Контроль самостійної роботи	2		2		Тиждень КСР
<b>Підсумковий контроль (екзамен)</b>	100	Згідно розкладу			

### 6. Система оцінювання курсу

<b>Загальна система оцінювання курсу</b>
<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль (сума балів за окремий змістовий модуль)</i> проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо</p>

використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
26-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 7. Політика курсу

Студент зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.

Пропущена лекція чи лабораторна робота відпрацьовується студентом самостійно і оформляється як короткий конспект за темою заняття.

Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем.

У випадку, якщо студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів.

#### **Політика академічної поведінки і етики**

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ВНЗ.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.

Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

### 8. Рекомендована література

1. Мельник О.С. Програмовані мікро- та наносистеми. Конспект лекцій. ХНУРЕ.Харків 2021.

2. Мірошник М. А., Клименко Л. А., Корольова Я. Ю. Технології та автоматизація проектування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 220 с.,

3. Мельник О.С., Івахнюк В.В. Автоматизоване моделювання наносхем на квантових коміркових автоматах. Електроніка та системи управління. – 2011. №2(28). с.81-84.

4. Базові матричні кристали та вентиляльні матриці. Матеріал з Вікіпедії.
5. В.М.Рябенський, В.Я.Жуйков, В.Д.Гулий Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник Вид-во «Новий світ-2000», Львів-2009. -736с.
6. Лінк опису ППП MicroWind-3. <https://www.microwid.org>
7. Etienne Sicard, Sonia Delmas Bendhia Deep-Submicron Circuit Design.- Simulator in hands. Salt Lake City, Utah 84109, USA -2003 ([www.brookscole.com](http://www.brookscole.com)), 737 p.
8. САПР LT Spice.([www.penzar.com](http://www.penzar.com))
9. А.О.Дружинін, І.Т.Когут, Ю.М.Ховерко. Структури кремній-на-ізоляторі для сенсорної електроніки. Монографія. – Львів: Видавництво НУ ЛП, 2013. – 224 с.
10. В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366с.

Викладач

І.Т. Когут