

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

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)**

Освітня програма Магістр
Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 12 від “30” червня 2023 р.

Зміст

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація про викладача і дисципліну

Назва дисципліни	Моделювання і проектування цифрових інтегральних схем на базових матричних кристалах (МП ЦІС на БМК)
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти
Викладач	Доктор технічних наук, професор, Когут Ігор Тимофійович
Контактний телефон викладача	(0342) 59-60-07
Е-mail викладача	igor.kohut@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	6 кредитів (180 годин)
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua
Консультації	Відповідно до графіку консультацій.

2. Анотація до курсу

Дисципліна “ Моделювання і проектування цифрових інтегральних схем на базових матричних кристалах (МП ЦІС на БМК) ” належить до переліку нормативних навчальних дисциплін із професійної підготовки за освітнім рівнем «Магістр», що пропонуються в рамках циклу загальної і професійної підготовки студентів за освітньою програмою 123 “Комп’ютерна інженерія”. Вона забезпечує формування у студентів прикладних, проектно-дослідницьких і професійно-орієнтованих компетенцій, спрямованих на вміння здійснювати комп’ютерне моделювання та проектування з використанням систем автоматизованого проектування (САПР) елементної бази цифрових інтегральних схем (ІС) на основі базових матричних кристалів (БМК), та інших типів ІС матричного типу. А також формує основи для проектування нової елементної бази матричних кристалів ІС.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретично-прикладні аспекти побудови архітектур ІС на БМК, типи базових комірок з біполярними та КМОН - структурами, формування бібліотечних елементів на основі базових комірок, інтегральні структури базових комірок, методи і апаратні засоби та пакети прикладних програм автоматизованого моделювання і проектування цифрових інтегральних схем.

Силабус навчальної дисципліни “ Моделювання і проектування цифрових інтегральних схем на базових матричних кристалах (МП ЦІС на БМК) ” складений відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності 123 “Комп’ютерна інженерія”.

3. Мета та цілі курсу

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

- із комп’ютерного моделювання і проектування елементної бази цифрових ІС на основі БМК з використанням САПР;
- про особливості маршрутів проектування цифрових ІС на основі БМК;
- про сучасні технології формування КМОН - приладних інтегральних структур; включаючи структури кремній-на-ізоляторі (КНІ);
- проектні методи міжелементної 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 комітках; 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. Компетентності

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі комп'ютерної інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

Здатність досліджувати, розробляти та обирати технології створення великих і надвеликих систем.

Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів;

Здатність обирати ефективні системи автоматизованого проектування КС, здійснювати проектування ІС, мікросистем на кристалі, програмування ПЛІС.

5. Результати навчання

Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.

Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної інженерії та дотичних проблем.

Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій і дотичних міжгалузевих питань до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	20
семінарські заняття / практичні / лабораторні	40

самостійна робота			120		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)		Нормативний/ вибірковий	
1	123 Комп'ютерна інженерія	1		нормативний	
Тематика курсу					
Тема	Форма заняття, год.	Література	Кількість годин	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Базові матричні кристали - вентиляльні матриці програмовані замовником. Загальні відомості і поняття. Класифікація БМК. Вимоги до їх параметрів.	лекція	1-4	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Матричні ІС, перспективи і можливості проектування на їх основі цифрових інтегральних схем. Техніко-економічні аспекти проектування цифрових ІС на основі БМК.	лекція	1-4	2	1	Згідно розкладу
3.Компонентний набори базових матричних комірок. Основні поняття і визначення. Параметри БМК. Етапи проектування.	Лекція	1-4	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Структури, особливості комірок БМК на основі біполярних технологій. Приклади комірок, їх схемотехніка.	лекція	4-7	2	1	Згідно розкладу
Тема 5. Структури, особливості комірок БМК на основі КМОН - технологій. Приклади комірок, їх схемотехніка.	лекція	4-7	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Принципи між-елементної ізоляції комірок в полі матриці БМК. Особливості і приклади трасування при створенні	лекція	5,6	2	1	Згідно розкладу

бібліотечних елементів БМК.					
Тема 7. Базові комірки матричних ІС на основі КМОН приладних структур «кремній-на-ізоляторі». Їх переваги для створення цифрових ІС спеціального призначення.	лекція	12,13	2	1	Згідно розкладу
Тема 8. Архітектура та інтегральні елементи сенсорних та аналітичних мікросистем–на –кристалі на основі БМК.	лекція	12	2	1	Згідно розкладу
Тема 9. Архітектура і периферійні пристрої цифрових ІС на основі БМК. Бібліотечні елементи БМК для елементів зовнішнього інтерфейсу.	лекція	4,7,10,11	2	1	Згідно розкладу
Тема 10. Проектні норми, конструктивно-технологічні обмеження проектування топологій КМОН цифрових ІС на основі БМК.	лекція	7,9,14	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			2	7	Згідно розкладу
Практичний модуль					
Тема 1. Практична робота в САПР TopSpice. Редакування 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
Тема 2. Проектування і моделювання електричних та часових параметрів окремих логічних елементів на основі комірок КМОН БМК.	Лаб. роб.	3,5,8	6	1	Згідно розкладу

Тема 3. Дослідження і моделювання характеристик ізоляційних МОН – транзисторів в САПР TopSpice. Моделювання впливу температури на часові та електричні характеристики логічних елементів.	Лаб. роб.	7,8	4	1	Згідно розкладу
Тема 4. Дослідження і моделювання амплітудно-передавальних характеристик тригерних елементів на основі КМОН БМК в САПР TopSpice.	Лаб. роб.	4,5,7,8	4	1	Згідно розкладу
Тема 5. Проектування і моделювання диференціальних підсилювачів на основі КМОН комірок БМК в САПР TopSpice.	Лаб. роб.	3,4,8	6	1	Згідно розкладу
Тема 6. 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
Тема 6. 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
Тема 7. Моделювання і параметрична сенсорних елементів мікросистем-на-кристалі в складі КМОН інверторів з подвійним керуванням пороговою напругою.	лаб.роб.	2,5, 8,12	4	1	Згідно розкладу

Самостійна робота					
Тема 1. Вивчення оболонки та редагування топологій елементів цифрових КМОН ІС в системі MicroWind.	Самостійна робота	5	18	1	Згідно розкладу
Тема 2. Особливості задання та машинного опису режимів моделювання цифрових КМОН ІС в системі MicroWind. Тестові приклади.	Самостійна робота	5,15	20	1	Згідно розкладу
Тема 3. Автоматизована генерація топологій бібліотечних елементів КМОН ІС для БМК в системі MicroWind	Самостійна робота	5,8,11	20	1	Згідно розкладу
Тема 4. Інтегральні перетворювачі-формувачі рівнів сигналів для зовнішнього інтерфейсу в ЦІС на основі периферійних матричних комірок ІС.	Самостійна робота	2,4,5, 7,8	20	1	Згідно розкладу
Тема 5. Практична робота в системі MicroWind з моделювання і проектування елементів інтегральних схем на основі матричних комірок для операційних підсилювачів	Самостійна робота	2,5,8,9	20	1	Згідно розкладу
Тема 6. Моделювання і проектування інтегральних КМОН – елементів схем затримки та виділення фронтів імпульсних сигналів на основі комірок КМОН БМК.	Самостійна робота	2,5,8,11	20	1	Згідно розкладу
Контроль самостійної роботи	2		2		Тиждень КСР
Підсумковий контроль (екзамен)	100	Згідно розкладу			

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу
<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.

Модульний контроль (сума балів за окремих змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.

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.

Семестровий (підсумковий) контроль проводиться у формі екзамену.

Екзамен – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо 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

8. 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.

9. Рекомендована літератури

Основна

1. В.М.Рябенський, В.Я.Жуйков, В.Д.Гулий, Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник Видавництво «Новий світ-2000», Львів-2009. -736с.

2. Базові матричні кристали(БМК): https://en.wikipedia.org/wiki/Gate_array

3. Концепція проектування спеціалізованих ІС на КМОН БМК:
http://www.csit-sun.pub.ro/courses/vlsi/VLSI_Darmstad/www.microelectronic.e-technik.tu-darmstadt.de/lectures/winter/vlsi/vorlesung_pdf/chap13.pdf

4. Матрична логіка і проектування ВІС:
<https://class.ece.uw.edu/271/peckol/lectures/pdf/gatearray0.pdf>

5. Програмовані логічні пристрої:
https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_device

6. 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.

7. В.В. Багрій, В.І. Бойко, С.П. Денисюк, та ін. Основи схемотехніки електронних систем. – К.: Вища школа, 2004. – 536 с.

8. Etienne Sicard, Sonia Delmas Bendhia Deep-Submicron Circuit Design.- Simulator in hands. Salt Lake City, Utah 84109, USA -2003 (www.brookscole.com), 737 p.

9. САПР TopSpice.(www.penzar.com)

10. Лінк опису ППП MicroWind-3. <https://www.microwid.org>

11. Матричні кристали – науковий напрям:

<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/gate-array>

12. А.О.Дружинін, І.Т.Когут, Ю.М.Ховерко. Структури кремній-на-ізоляторі для сенсорної електроніки. Монографія. – Львів: Видавництво НУ ЛПІ, 2013. – 224 с.

13. В.В. Довгий, І.Т. Когут, В.І. Голота. Розробка і моделювання елементів аналітичної мікросистемна-кристалі зі структурами “кремній-на-ізоляторі” ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDSTATE Т. 17, № 2 (2016) С. 275-280 V. 17, № 2 (2016) P. 275-280 DOI: 10.15330/pcss.17.2.275-280 275 УДК621.3.049 ISSN 1729-4428