

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

Фізико-технічний факультет  
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Комп'ютерне моделювання приладних структур інтегральних схем**

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

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 12 від “30”\_06 \_ 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023 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>	Комп'ютерне моделювання приладних структур інтегральних схем
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти
<b>Викладач</b>	Доктор технічних наук, професор, Когут Ігор Тимофійович
<b>Контактний телефон викладача</b>	(0342) 59-60-07
<b>Е-mail викладача</b>	igor.kohut@pnu.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.pu.if.ua">http://www.d-learn.pu.if.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

Дисципліна “ Комп'ютерне моделювання приладних структур інтегральних схем (ІС)” належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін за освітнім рівнем «магістр», що пропонуються в рамках циклу загальної і професійної підготовки студентів за освітньою програмою “ Комп'ютерна інженерія ”. Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницьких професійно-орієнтованих компетенцій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є базові конструктивно-технологічні і схемотехнічні підходи, апаратно-програмні засоби комп'ютерного проектування і моделювання елементної бази інтегральних схем та окремих приладних інтегральних структур, зокрема на основі КМОН-, БіКМОН-технологій, технологій на основі структур кремній-на-ізоляторі (КНІ), перспективних для

використання в інтегральній електроніці.

Силабус навчальної дисципліни “Комп’ютерне моделювання приладних структур інтегральних схем (ІС)” 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 технологій формування приладних структур, зокрема, орієнтованих на використання в інтегральній електроніці.
- особливості вибору типів приладних структур для інтегральних електронних пристроїв;
- базові маршрути маршрутів проектування ІС;
- особливості автоматизованого проектування і приладно-технологічного моделювання приладних інтегральних структур, включаючи високовольтні;
- взаємозв’язок між інтегральними приладними структурами і їх схемотехніками, структурні реалізації інтегральних елементів;
- структурні реалізації «паразитних» інтегральних елементів, методи міжелементної ізоляції в приладних структурах;
- конструктивно-технологічні обмеження, проектні норми, правила проектування топологій приладних структур;
- методологію схемотехнічного моделювання елементної бази КМОН ІС з врахуванням впливу міжелементної ізоляції в пакеті прикладних програм TopSpice, параметричну оптимізацію приладних елементів ІС за критеріями оптимальні електричні, часові і температурні характеристики.
- проектування і схемотопологічне моделювання електричних і часових параметрів елементів ІС в системі MicroWind, аналіз та параметрична оптимізація затримок сигналів у спроектованих топологіях приладних елементів ІС.

**Завдання:** ознайомлення із маршрутами проектування та базовими технологіями формування приладних КМОН і біполярних структур ІС, в тому числі для інтегральних електронних пристроїв; формування вміння аналізувати та проектувати логічні елементи цифрових та аналогових елементів ІС; ознайомлення із електрофізичними моделями приладних інтегральних елементів ІС; отримання практичного досвіду з проектування, моделювання та параметричної оптимізації елементів приладних структур ІС.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- особливості технології формування сучасних приладних структур ІС;
- сучасні підходи і маршрути автоматизованого проектування і моделювання приладних структур ІС;
- взаємозв’язок між конструктивно-технологічними елементами приладних інтегральних структур із їх схемотехнічною та топологічною реалізацією;
- конструктивно-технологічні реалізації елементів ІС – інтегральних контактів, міжшарових з’єднань, резисторів, конденсаторів, транзисторів, шин;
- конструктивно-технологічні реалізації елементів ІС для зовнішнього інтерфейсу – структури контактних площадок, схем захисту від

статичної електрики, формувачів сигналів;

- принципи побудови топологій елементів КМОН ІС відповідно з проектними нормами.

**вміти:**

- аналізувати і вибирати типи інтегральних приладних структур для створення ІС за оптимальними принципом співвідношення ціна:параметри ІС:

-працювати в сучасних системах автоматизованого проектування і моделювання приладних елементів ІС ;

- проектувати та моделювати та аналізувати базові логічні бібліотечні елементи ІС;

- проектувати та моделювати комбінаційні логічні та аналогові елементи ІС;

-проектувати і автоматизовано генерувати плани топологій кристалів ІС та їх елементів.

#### 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 до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.

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

#### 5. Результати навчання

Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.

Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.

Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

#### 6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу			
Вид заняття		Загальна кількість годин	
лекції		14	
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>		16	
самостійна робота		60	
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий
2	123 Комп'ютерна інженерія	1	вибірковий

<b>Тематика курсу</b>					
Тема	Форма заняття, год.	Література	Кількість годин	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовий модуль 1</b>					
Тема 1. ІС – основа комп'ютерних пристроїв і систем.	лекція	1	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Технології формування приладних структур ІС.	лекція	3,4,10	2	1	Згідно розкладу
Тема3.Конструктивно-технологічні елементи приладних інтегральних структур, їх схемотехніка та топології	лекція	3,4,8	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Проектування і моделювання електрофізичних параметрів інтегральних структур в системі MicroWind.	лекція	2,6,7,9	2	1	Згідно розкладу
Тема 5. Проектування і моделювання електричних і часових параметрів логічних елементів в системі MicroWind.	лекція	2,6,7	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Автоматизована генерація топологій приладних елементів ІС в системі MicroWind.	лекція	2,6,7	2	1	Згідно розкладу
Тема 7. Особливості проектування планів кристалів та схем зовнішнього інтерфейсу в ІС.	лекція	6,7	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			2	7	Згідно розкладу
<b>Практичний модуль</b>					
Тема 1. Практична робота в САПР TopSpice. Моделювання і оптимізація АПХ і часових характеристик КМОН – інверторів.	лаб. роб.	5,9,11	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Практична робота в	лаб. роб.	5,9,11	2	1	Згідно

САПР TopSpice. Моделювання і оптимізація АПХ і часових характеристик логічних КМОН елементів на прикладі схеми ЗАБО-НЕ.					розкладу
Тема 3. Практична робота в САПР MicroWind. Моделювання базових кроків формування інтегрального КМОН інвертора. Побудова поперечних перетинів елементів його приладної структури.	лаб.роб.	6,7	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Дослідження і моделювання ВАХ окремих інтегральних елементів САПР MicroWind.	лаб.роб.	6,7	4	1	Згідно розкладу
Тема 5. Дослідження і моделювання часових характеристик і затримок проходження сигналів через транзисторні і контактні інтегральні структури ІС в САПР MicroWind.	лаб.роб.	6,7	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Практична робота в системі проектування і моделювання MicroWind. Автоматизована генерація топологій елементів приладних структур ІС за заданим описом їх конструктивних параметрів. Проектування планів топологій кристалів ІС, схем зовнішнього інтерфейсу ІС.	лаб.роб.	6, 7,9	4	1	Згідно розкладу
<b>Самостійна робота</b>					
Тема 1. Автоматизоване проектування топологій логічних елементів КМОН ІС в системі MicroWind. Моделювання і аналіз їх параметрів.	само- стійна робота	6,7	10	1	Згідно розкладу
Тема 2. Периферійні інтегральні приладні	само- стійна робота	6-8	10	1	Згідно розкладу

структури ІС. Схеми захисту від статичної електрики.					
Тема 3. Практична робота в системі MicroWind. Проектування контактних площадок, схеми захисту від статичної електрики, формувачів сигналів.	само- стійна робота	6,7	10	1	Згідно розкладу
Тема 4. Інтегральні приладні структури елементів статичної і динамічної пам'яті. Їх схемотехніка, часові діаграми, функціонування.	само- стійна робота	8,11	10		Згідно розкладу
Тема 5. Практична робота в системі MicroWind. Проектування і моделювання топологій інтегральних комірок статичної і динамічної пам'яті. Оптимізація площі.	само- стійна робота	6-8	10	1	Згідно розкладу
Тема 6. Дешифратори. Проектування і моделювання топологій інтегральних КМОН- дешифраторів.	само- стійна робота	6-8	10	1	Згідно розкладу
Контроль самостійної роботи	2		2		Тиждень КСР
<b>Підсумковий контроль (екзамен)</b>				100	Згідно розкладу

## 7. 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</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) 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, вміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p>

*Семестровий (підсумковий) контроль* проводиться у формі заліку.

*Залік* – 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 заліку
90-100	A		зараховано
80-89	B		
70-79	C		
60-69	D		
50-59	E		
26-49	FX		не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F		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 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

1. В.М.Рябенський, В.Я.Жуйков, В.Д.Гулий “Цифрова схемотехніка” - Львів, Видавництво “Новий світ”- 2009. 735 с.
2. А.О.Дружинін, І.Т.Когут, Ю.М.Ховерко Структури кремній-на-ізоляторі для сенсорної електроніки. Монографія.. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 224 с.
3. 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.
4. Лінк опису ППП MicroWind-3. <https://www.microwid.org>
5. САПР TopSpice ([www.penzar.com](http://www.penzar.com))
6. Кравченко, І. В. Моделювання оптико-електронних приладів: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» 215 / І. В. Кравченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 ф
7. Моделювання інформаційно-вимірювальних систем: Конспект лекцій для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» [Електронне видання] / Укл. І. В. Кравченко. – К. : НТУУ «КПІ», 2017. – 79 с
8. Кравченко, І. В. Інформаційні технології: Системи комп’ютерної математики [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / І. В. Кравченко, В. І. Микитенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 5,57 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243 с.
9. Головня А.О. Приладно-технологічне моделювання елементів інтегральних мікросхем [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра; спец. 171 – електроніка / А.О. Головня; наук. керівник І.П. Бурик. – Суми: СумДУ, 2020. – 36 с.
10. Є.З. Маланчук, В.В. Макаренко, В.М. Співак, Г.Г. Власюк, А.В. Рудик Моделювання та аналіз цифрових схем. Підручник. НУВГП, Рівне 2018, 463 с.