

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

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки



**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ДОСЛІДЖЕННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ НА
КРИСТАЛІ**

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Спеціальність F7 Комп'ютерна інженерія

Галузь знань F Інформаційні технології

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. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Дослідження і проектування спеціалізованих систем на кристалі
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти
Викладач (-і)	доцент, кандидат технічних наук Грига Володимир Михайлович
Контактний телефон викладача	0342596007
Е-mail викладача	volodymyr.hryha@cnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pnu.edu.ua/
Консультації	відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
2. Анотація до курсу	
Дисципліна «Дослідження і проектування спеціалізованих систем на кристалі» належить до переліку дисциплін вільного вибору за освітнім рівнем «магістр», що пропонуються в рамках циклу професійної та практичної підготовки студентів за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія». Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницьких і професійно-орієнтованих компетенцій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є засвоєння основних методів і технологій проектування систем на кристалі з використанням інтегральних схем з програмованою структурою, оволодіння засобами автоматизованого проектування компонент ШК та способами оцінки їх системних характеристик. Силабус навчальної дисципліни «Дослідження і проектування спеціалізованих систем на кристалі» складений відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія» підготовки магістрів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».	
3. Мета та цілі курсу	
Мета: вивчення магістрами основних архітектурних особливостей та методів проектування систем на кристалі, засвоєння технологій проектування ШК, оволодіння програмними та апаратним засобами їх програмування, тестування та відлагодження. У результаті вивчення навчальної дисципліни магістр повинен знати: - послідовність проектування систем на кристалі (ШК); - види специфікацій ШК; - методи проектування ШК на системному рівні; - основні архітектури систем на кристалі та їх характеристики; - основні принципи, інструменти і методики проектування систем на кристалі; - архітектурне планування ШК; - мови опису дискретних пристроїв ШК; - засоби автоматизованого проектування і верифікації ШК; - основні технології проектування інтегральних схем з програмованою структурою; - етапи розроблення фізичного прототипу ШК. вміти: - формувати проект технічного завдання; - вибирати адекватні проектним роботам програмно-апаратні інструменти; - володіти методами і засобами розробки основних компонент системи на кристалі; - реалізовувати розподіл виконуваних функцій поміж апаратурою; - визначати характеристики складності компонентів ШК; - об'єктивно оцінювати результати роботи отримані при проектуванні ШК;	

- описувати основні модулі СНК на мовах опису апаратних пристроїв на рівні регістрових передач; - описувати основні модулі СНК на системному рівні із застосуванням мов SystemC, Handle-C, тощо; - автоматично генерувати модулі СНК за допомогою IP-генераторів сучасних САПР; - тестувати та підлагоджувати компоненти СНК та завершені проекти; - виконувати синтез компонент СНК на ПЛІС.						
4. Компетентності						
Загальні компетентності						
ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу						
Спеціальні (фахові) компетентності						
СК1. Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення;						
СК5. Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем і мереж;						
СК7. Здатність досліджувати, розробляти та обирати технології створення великих і надвеликих систем;						
СК12. Здатність обирати ефективні системи автоматизованого проектування КС, здійснювати проектування ІС, мікросистем на кристалі, програмування ПЛІС.						
5. Результати навчання						
РН3. Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосованості;						
РН7. Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж;						
РН9. Розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.						
РН11. Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень;						
6. Організація навчання курсу						
Обсяг курсу						
Вид заняття				Загальна кількість годин		
лекції				30		
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>				30		
самостійна робота				120		
Ознаки курсу						
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)		Нормативний / вибірковий		
II	123 Комп'ютерна інженерія	1		вибіркова		
Тематика курсу						
Тема, план		Форма заняття	Літера- тура	Кіль- кість годин	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль 1. Архітектурні особливості та методи проектування спеціалізованих систем на кристалі						
Тема 1. Вступ. Визначення систем на кристалі та їх основні особливості.		лекція	[1-16]	2	0,5	Згідно розкладу

Приклади сучасних систем на кристалі. Характеристики складності СНК.					
Тема 2. Послідовність проектування систем на кристалі (SoC). Канонічна структура систем на кристалі. Низхідна та висхідна послідовність проектування.	лекція	[1-16]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 3. Типи специфікацій СНК. Проектування СНК на системному рівні. Базові структури систем на кристалі.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Елементна база систем на кристалі. ПЛМ. ПЛІС. Програмовні системи на кристалі (PSoC). Аналіз засобів розробки та інтегрованих програмних середовищ.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 5. Структури однорідних та блочних програмовних систем на кристалі. Структури програмовних систем на кристалі фірм Cypress Semiconductor та Atmel.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Процесорні ядра програмовних СНК. Програмні ядра (NIOS II, MicroBlaze). Апаратні ядра (ARM, PowerPC, MIPS). Мультипроцесори на кристалі.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 7. Інтерфейси комп'ютерних систем на кристалі. Шини AMBA, WISHBONE, Compact PCI, PCI Express, IBM Core Connect. Проект системи Micro8 на шині WISHBONE.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 8. Реконфігуровні системи на кристалі. Переваги та недоліки мереж на кристалі. Різновиди структур мереж на кристалі.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			16	7	Згідно розкладу
Змістовий модуль 2. Технології та засоби проектування комп'ютерних систем на кристалі					

Тема 9. Особливості технології проектування комп'ютерних систем на кристалі від профідних фірм-виробників. Сумісне проектування апаратури і програм.	лекція	[1-16]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 10. Етапи проектування комп'ютерних систем на кристалі. Концептуальний рівень проектування. Специфікація проекту. Функціональна специфікація. Опис на системному рівні.	лекція	[1-16]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 11. Проектування і функціональна верифікація.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 12. Архітектурне планування кристала. Ієрархічне планування та інтеграція.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 13. Логічний синтез і проектування фізичного прототипу. Детальне трасування. Екстракція RC. Перевірка фізичних/електричних правил (DRC/ERC). Генерація GDSII.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 14. Проектування фізичних топологій напівзамовних схем. Етапи розроблення фізичного прототипу системи на кристалі. Планування кіл живлення і синхронізації.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Тема 15. Апаратні та програмні засоби організації взаємодії між універсальним комп'ютером та системою на кристалі.	лекція	[1-16]	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 2			14	6	Згідно розкладу
Лабораторні роботи					
Тема 1. Розроблення та моделювання операційного автомату системи на кристалі.	Лаб. робота	[1-16]	2	2	Згідно розкладу
Тема 2. Конверсія операційного автомату системи на кристалі.	Лаб. робота	[1-16]	2	2	Згідно розкладу
Тема 3. Розроблення та моделювання вхідного		[1-16]	2	2	Згідно розкладу

інтерфейсу системи на кристалі.	Лаб. робота				
Тема 4. Розроблення та моделювання вихідного інтерфейсу системи на кристалі.	Лаб. робота	[1-16]	4	3	Згідно розкладу
Тема 5. Розроблення та моделювання пристрою керування системи на кристалі.	Лаб. робота	[1-16]	4	3	Згідно розкладу
Тема 6. Моделювання та синтез завершеного проекту на ПЛІС.	Лаб. робота	[1-16]	2	2	Згідно розкладу
Тема 7. Проектування компонент СНК в середовищі PSoC Designer фірми Cypress.	Лаб. робота	[1-16]	4	3	Згідно розкладу
Тема 8. Розроблення та моделювання компонент СНК на системному рівні з використанням мови SystemC.	Лаб. робота	[1-16]	2	2	Згідно розкладу
Тема 9. Реалізація та моделювання роботи регістрового файлу софт-процесора PicoBlaze.	Лаб. робота	[1-16]	4	3	Згідно розкладу
Тема 10. Реалізація простого проекту з використанням процесорного ядра Nios II засобами Quartus II та Nios II Software Build Tools for Eclipse.	Лаб. робота	[1-16]	4	3	Згідно розкладу
Контроль лабораторних робіт			30	25	
Самостійна робота студентів					
Тема 1. Еволюція проектування систем на кристалі. Перехід від процесорної багатозадачності до проектування систем на кристалі.	Самостійна робота	[1-16]	8	0,5	Впродовж семестру
Тема 2. Мікроархітектура систем на кристалі. Вимоги до систем на кристалі.	Самостійна робота	[1-16]	8	0,5	Впродовж семестру
Тема 3. Експертні правила та основні процедури проектування систем на кристалі.	Самостійна робота	[1-16]	8	0,5	Впродовж семестру
Тема 4. Засоби проектування і моделювання цифрових та аналогових	Самостійна робота	[1-16]	8	0,5	Впродовж семестру

модулів в системах на кристалі.					
Тема 5. Багатопроцесорні системи на кристалі. Симетрична мультипроцесорність, паралельне обчислення та багатозадачність мультипроцесорних систем.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Тема 6. Серії сучасних сімейств мікросхем на базі процесорних ядер ARM9T, PowerPC та MIPS.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Тема 7. Архітектура систем на кристалі фірми SONICS. Типи з'єднань, цикли та інтерфейсні сигнали в шинах AMBA та WISHBONE.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Тема 8. Застосування софтверу PicoBlaze фірми Xilinx у сучасних системах на кристалі.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Контроль самостійної роботи			64	6	Згідно розкладу
Тема 9. Бібліотеки інтелектуальних обчислювальних модулів (IP Cores). Види обчислювальних заготовок. Замовні великі інтегральні схеми.	Само- стійна робота	[1-16]	8	0,5	Впродовж семестру
Тема 10. Синтез апаратури засобами САПР ACCELDSP. Вимоги до САПР. Реалізація моделей цифрових модулів.	Само- стійна робота	[1-16]	8	0,5	Впродовж семестру
Тема 11. Візуальне проектування в Matlab Simulink. Огляд проекту реалізації конвеєрного програмовного цифрового фільтру.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Тема 12. Компілятор AGILITY фірми CELOXICA. Розроблення моделей модулів на SysyemC в інтегрованому середовищі MS Visual Studio.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Тема 13. Проектування систем в САПР Platform Studio фірми Xilinx. Вибір процесора і структури системи. Вибір периферії.	Само- стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру

Автоматичний синтез системи. Розробка програмної частини системи.					
Тема 14. Методологія проектування СНК в системі VisualElite компанії SUMMIT DESIGN.	Само-стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Тема 15. Архітектурне планування СНК в системі IC Wizard компанії Monterey Design Systems. Логічний синтез СНК ф-ми Synplicity.	Само-стійна робота	[1-16]	8	1	Впродовж семестру
Контроль самостійної роботи			56	6	Згідно розкладу
Підсумковий контроль (екзамен)				50	
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. <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. 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. <i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену. <i>Екзамен</i> – 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.				
	Сума балів за всі види навчальн ої діяльнос ті	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
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота виконується у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді. Кількість тестових завдань – 25.			
Лабораторні заняття	Після узагальнення (вступного слова) викладач дає відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли в студентів у процесі підготовки до заняття. Зазвичай з кожної теми лекційного курсу на практичні заняття виносять індивідуалізовані теми комплексного характеру, які дають змогу студенту ширше застосувати здобуті знання та підготуватися до самостійного виконання домашнього завдання. Для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу студенти виконують тестові завдання. До початку лабораторної роботи студент має отримати допуск на основі усної співбесіди. На лабораторній роботі кожен студент отримує інструкцію до виконання. Після завершення роботи студент оформляє і захищає звіт з результатами роботи.			
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище. Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі. Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.			
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, як короткий конспект за темою заняття. Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем. У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів. Можливе зарахування результатів неформальної освіти згідно з Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».				
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 ЗВО.
 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 література

Базова

1. David Harris, Sarah Harris, Digital Design and Computer Architecture, Second Edition – 2013 Elsevier Ink.
2. А.О. Мельник, В.А. Мельник Персональні суперкомп'ютери: архітектура, проектування, застосування: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 516 с.
3. Мельник А.О., Мельник В.А., Глухов В.С., Сало А.М. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування. – Магнолія, 2023. – 238 с.
4. Николайчук Я.М., Грига В.М., Заставний О.М. Високопродуктивний синхронізований матричний процесор множення АЛП суперкомп'ютерів / Науковий збірник “Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології”, НАН України, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львів, Україна, 2023. Випуск 37., С. 42-46..
5. Б.Г. Масловський В.І. Дрововозов О.В. Коба Технології проектування комп'ютерних систем. – Київ: НАУ, 2015. – 500 с.
6. Gokhale M.B. Reconfigurable Computing: Accelerating Computation with Field-Programmable Gate Arrays/ M.B. Gokhale, P.S. Graham, Springer, 2005.
7. Аврунін О.Г. Основи мови VDHL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС: навч. пос. / О. Г. Аврунін, Т. В. Носова, В. В. Семенець. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 196 с.
8. Спеціалізовані комп'ютерні технології в інформатиці / Возна Н.Я., Круліковський Б.Б., Николайчук Я.М., Грига В.М., Піх В.Я., Гринчишин Т.М., Давлетова А.Я., Волинський О.М., Албанський І.І., Івасєв С.І., Якименко І., Яцків В.В., та інші: Монографія / за загальною редакцією Я.М. Николайчука. – Тернопіль: “Бескиди”, 2017. – 913 с.
9. Kalyaev A.V., Kalyaev I.A. STORC-Computer – a Multiprocessor Computer System with Structure Organized Calculation // Engineering Simulation Association. Vol. 10. Amsterdam, Netherland. Gordon and Breach Science Publishers, 1997. – P. 505-520.

Допоміжна

10. Noviello Carmine. Mastering STM32 Leanpub, 2018. 852 p.
11. Geoffrey Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. USA, 2016. 244p.
12. Y. Nykolaychuk, V.Hryha, N.Vozna, I.Pituhk, L.Hryha High-Performance Components of Hardware Multi-Bit Specific Processors for the Addition and Multiplication of Binary Numbers // International Scientific Journal “Computer Systems and Information Technologies”, 2023, ХНУ, №2 С.25-32 .
13. Грига В.М., Мельничук С.І., Мануляк І.З., Павлюк М.Ф., Гуменницький М.Б., Павлишин А. Реалізація реконфігуровного пристрою на ПЛІС // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання ” – Івано-Франківськ, 5-8 липня 2023р, Україна – С. 146-149.
14. Грига В.М., Когут І.Т., Дзундза Б.С., Голота В.І., Бенько Т.Г., Терлецький А.І. Мікроконтролерна система вимірювання насиченості артеріального гемоглобіну киснем // Матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції “Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, моделювання та управління”, ISCM-2023. 20-21 листопада, Надвірна, Україна. 2023. С. 132-140.
15. Грига В.М., Мельничук С.І., Мануляк І.З., Бабій Б., Почанін Ю., Гуменницький М.Б. Реалізація асоціативної пам'яті на ПЛІС // Матеріали міжнародної науково-практичної

конференції “Інформаційні технології та комп’ютерне моделювання ” –Івано-Франківськ, 15-16 грудня 2022р, Україна – С. 131-135.

Викладач



Грига В.М.