

ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М.ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
академік НАН України



Іван СЕРГІЄНКО
«29» вересня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ МІКРОПРОЦЕСОРНІ ТА РЕКОНФІГУРОВНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ (ДВА.2.05)

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітньо-наукова програма
вид дисципліни

F «Інформаційні технології»
F3 «Комп'ютерні науки»
третій (освітньо-науковий)
«Комп'ютерні науки»
вибіркова

Форма навчання	денна / заочна
Навчальний рік	2025/2026
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Опанасенко Володимир Миколайович, д.т.н., професор

Пролонговано Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Навчальні роки пролонгації	Голова вченої ради	Підпис	№ протоколу	Дата протоколу
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____

КИЇВ – 2025

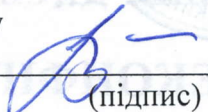
РОЗРОБНИК:

завідувач відділу мікропроцесорної техніки
д.т.н., професор

 **Володимир ОПАНАСЕНКО**


Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу мікропроцесорної техніки

Протокол від “29” вересня 20 25 року № 15

Завідувач відділу
д.т.н., професор  **Володимир ОПАНАСЕНКО**
(підпис)

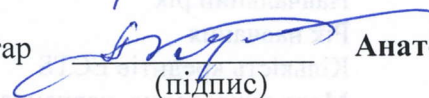
Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від “22” вересня 20 25 року № 2

Голова науково-методичної ради
академік НАН України  **Іван СЕРГІЄНКО**
(підпис)


**Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту кібернетики імені
В.М. Глушкова НАН України**

Протокол від “29” вересня 20 25 року № 15

Учений секретар  **Анатолій КУЛЯС**
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми F3 «Комп’ютерні науки»

“29” вересня 20 25 року

Гарант освітньої програми
д.т.н., с.н.с.  **Микола БУДНИК**
(підпис)

1. Мета дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Мікропроцесорні та реконфігуровні комп'ютерні системи» є формування у здобувачів комплексу теоретичних знань і практичних навичок використання сучасних інформаційних технологій на основі найважливіших методів обробки інформації; формування алгоритмічного мислення та розуміння логіки процесів; навичок розв'язання типових задач з проектування мікропроцесорних та реконфігуровних комп'ютерних систем обробки інформації і управління, що є фундаментальною основою для фахівця в галузі інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати:

- математичні засоби опису і аналізу, які застосовуються в теорії Reconfigurable Computing;
- принципи побудови систем з віртуальною архітектурою;
- архітектуру і принципи функціонування базових типів реконфігуровних пристроїв и систем;
- основи проектування проблемно-орієнтованих пристроїв у середовище САПР ПЛІС;
- сучасний стан, основні напрями та перспективи розвитку технології Reconfigurable Computing.

2. Вміти:

- на основі аналізу вихідної задачі формувати вимоги до архітектури проблемно-орієнтованого процесора;
- обрати необхідну елементну базу при розробці віртуальної комп'ютерної системи;
- розробити проблемно-орієнтовані пристрої на базі ПЛІС;
- розробити функціональні та принципальні схеми вузлів проблемно-орієнтованих пристроїв та систем;
- самостійно проектувати та моделювати проблемно-орієнтовані пристрої на базі ПЛІС;
- самостійно отримувати часові діаграми функціонування реконфігуровних пристроїв.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Мікропроцесорні та реконфігуровні комп'ютерні системи» належить до переліку дисциплін вільного вибору. Вона забезпечує професійний розвиток, спрямована на формування концептуальних та методологічних знань у галузі комп'ютерної інженерії, вміння критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї, ставити та виділяти нові задачі в області аналізу й синтезу мікропроцесорних та реконфігуровних комп'ютерних систем, вміння проектувати та моделювати проблемно-орієнтовані пристрої на базі ПЛІС для вирішення конкретних задач на основі різних критеріїв. В рамках дисципліни вивчаються основні принципи та методи побудови реконфігуровних проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС для широкого кола задач.

4. Завдання (навчальні цілі):

набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у області розробки мікропроцесорних та реконфігуровних комп'ютерних систем, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, здатність

- розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі комп'ютерної інженерії,
- критично переосмислювати наявні мікропроцесорні та реконфігуровні комп'ютерні системи та відстежувати тенденції їх розвитку.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумков ій оцінці з дисциплін и
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні підходи до проектування та моделювання реконфігурованих проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС	<i>Лекція, семінарсь- ке заняття</i>	<i>Залік, активна робота на лекції, усні відповіді, модульні контрольні роботи</i>	20%
РН 1.2	Знати: архітектуру суперкомп'ютерних систем; принципи побудови та особливості топологічних характеристик.			
РН 1.3	Знати основні методи проектування проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС за допомогою САПР.			
РН 1.4	Знати архітектуру комп'ютерної системи: структурна схема комп'ютера, класифікація, характеристики та взаємодія компонент, зовнішні пристрої та інтерфейси підключення до host-комп'ютера			
РН 2.1	Вміти застосовувати технологію Reconfigurable Computing для адаптації АЛМ на задачі класифікації.	<i>Лекція, семінарсь- ке заняття, самостій- на робота</i>	<i>Іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
РН 2.2	Вміти моделювати нейронні мережі з використанням багат шарових нейронів.			
РН 2.3	Вміти застосовувати САПР для проектування та моделювання проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС	<i>Семінарсь- ке заняття, самостій- на робота</i>	<i>Залік, активна робота на лекції, усні відповіді, модульні контрольні роботи</i>	5%
РН 3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та моделювання проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС за допомогою САПР.			
РН4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			
РН 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання (з опису освітньої програми)	Результати навчання дисципліни										
	РН 1	РН 2	РН 3	РН 4	РН 5	РН 6	РН 7	РН 8	РН 9	РН 10	
ПРН-2. Знати методи наукових досліджень та вміти їх використовувати на належному рівні; вміти розшукувати, опрацьовувати, аналізувати та синтезувати отриману інформацію (наукові статті, науково-аналітичні матеріали, бази даних тощо).	+	+	+	+	+				+	+	+
ПРН-8. Знати принципи організації комп'ютерних систем і мереж	+	+	+	+							
ПРН-9. Знати методи комп'ютерного моделювання нових високоефективних архітектур комп'ютерних систем і мереж;	+						+	+			
ПРН-18. Знати методи і технології автоматизованого проектування комп'ютерних систем та мереж	+		+					+	+		

7. СХЕМА ФОРМУВАННЯ ОЦІНКИ.

7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

- поточне оцінювання впродовж навчального періоду:

№	Метод оцінювання	Результати навчання, які оцінюються	Кількість балів	
			Максимум	Мінімум
1	Активна робота на лекції, усні відповіді	РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4	10	6
2	Виконання завдань, винесених на самостійну роботу	РН2.1, РН2.2	20	12
3	Виконання модульних контрольних робіт у формі тестів	РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2	30	18
	<i>Всього</i>		60	36

- підсумкове оцінювання: Залік.

- максимальна/мінімальна кількість балів які можуть бути отримані: 40/24 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1, РН2, РН3, РН4;
- форма проведення і види завдань: письмова робота (тести 20 запитань).

Здобувачі освітньо-наукового ступеня, які за результатами поточного оцінювання набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 20 балів, до Заліку не допускаються.

Рекомендований мінімум поточного оцінювання – 36 балів, що при мінімумі підсумкового оцінювання 24 бали забезпечує сумарно 60 балів, тобто мінімуму для отримання позитивної оцінки (зарахування) з дисципліни.

7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу за графіком робочої програми. Обов'язковим для допуску до Заліку є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Активна робота на лекції, усні відповіді:* протягом навчального періоду;
2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:* протягом навчального періоду;
3. *Виконання модульних контрольних робіт:* до 9 тижня навчального періоду.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перескладання завдань здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України”.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семинарські	Самостійна робота
Модуль 1. Багатоядерні процесори, суперкомп'ютери та ПЛІСи				
1	Галузі застосування багатоядерних мікропроцесорів. Архітектура багатоядерних мікропроцесорів фірми Intel. Структурна схема комп'ютера, класифікація, характеристики та взаємодія компонент, зовнішні пристрої та інші компоненти. Графічні процесори фірми NVidia. <i>Самостійна робота:</i> На прикладі задач за темою дисертаційної роботи провести аналіз та можливе використання реконфігуровної елементної бази (ПЛІС).	2	-	5
2	Архітектура суперкомп'ютерних систем. Принципи побудови та особливості топологічних характеристик. Суперкомп'ютерні системи із моногенною та гетерогенною архітектурою. TOP-500 суперкомп'ютерів. <i>Самостійна робота:</i> Зробити аналіз побудови архітектури за топологічними ознаками.	2		5
3	Поняття базової (нульової) архітектури реконфігуровного комп'ютера, цілі її роботи. Класифікація реконфігуровних систем. Архітектура комп'ютерної системи: структурна схема комп'ютера, класифікація, характеристики та взаємодія компонент, зовнішні пристрої та інтерфейси підключення до host-комп'ютера.	2		5

	<i>Самостійна робота:</i> Знайомство з роботою САПР ПЛІС.			
4	Принципи побудови та особливості проектування типових реконфігурованих пристроїв на базі ПЛІС. Конфігурування – функціональна орієнтація процесора “нульовою” архітектурою. Адаптивна логічна мережа. Загальна модель АЛМ. Постанова задачі класифікації для АЛМ. Типи структур АЛМ. <i>Самостійна робота:</i> Вивчити алгоритми конфігурування АЛМ щодо задач класифікації.	2		5
5	Основи технології «Reconfigurable Computing». Основні поняття та галузі застосування. <i>Самостійна робота:</i> реалізувати реконфігуровані пристрої класифікації на базі ПЛІС за допомогою САПР.	2		5
Модуль 2. Клітинні автомати, нечіткі обчислювачі та нейронні мережі				
6	Нечіткі множини що до задач прийняття рішень. Основні поняття і визначення теорії нечітких множин. Операції над нечіткими множинами (міні–максні та ймовірні). Арифметичні операції над нечіткими множинами. <i>Самостійна робота:</i> реалізувати набір арифметичних операцій над нечіткими множинами.	2		5
7	Загальна архітектура машин клітинних автоматів. Модель зворотних обчислень за допомогою “більярдних куль”. <i>Самостійна робота:</i> Вивчити та описати модель “більярдних куль” для реалізації оборотних логічних операцій.	2		6
8	Основи поняття та означення теорії нейронних мереж. Модель штучного нейрону - перцептрон. Багатошарові нейронні мережі. Навчання нейронних мереж. Розв’язання проблеми XOR. Моделювання нейронних мереж з використанням багатошарових нейронів. <i>Самостійна робота:</i> Виділити основні характеристичні ознаки емоцій на власному обличчі.	2		6
ВСЬОГО:		16		42

Загальний обсяг 60 годин, в тому числі:

Лекцій – **16 годин,**

Консультація – **2 годин,**

Самостійна робота – **42 години.**

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

9.1. Основні:

1. Палагин А.В., Опанасенко В.Н. Реконфигурируемые вычислительные системы. К.: Просвіта. 2006.
2. Palagin A.V., Opanasenko V.N. Reconfigurable computing technology .*Cybernetics and Systems Analysis*. Springer New York. – 2007, Vol. 43, N.5. – PP. 675–686.

3. Palagin Alexander, Opanasenko Vladimir, Krivoi Sergey. The structure of FPGA-based cyclic-code converters. *Optical Memory & Neural Networks (Information Optics)*. Springer. – 2013, Vol. 22, N.4. – pp. 207–216.
4. Opanasenko V.N., Kryvyi S.L. Synthesis of Neural-Like Networks on the Basis of Conversion of Cyclic Hamming Codes. *Cybernetics and Systems Analysis*. Springer New York. July 2017, Vol. 53, Issue 4. pp. 627–635
5. A.V. Palagin, V.N. Opanasenko, and S.L. Kryvyi, “Resource and Energy Optimization Oriented Development of FPGA-Based Adaptive Logical Networks for Classification Problem”. In book: Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation, V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.), Vol. 105, 2017, Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing, pp. 195-218..
6. Opanasenko V.N., Fazilov Sh.Kh., Radjabov S.S., Kakharov Sh.S. Multilevel Face Recognition System. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2024, Vol. 60, N. 1. – pp. 146–151.
7. Opanasenko V.N., Fazilov Sh.Kh., Mirzaev O.N., Kakharov Sh.S.. An Ensemble Approach To Face Recognition In Access Control Systems. *Journal of Mobile Multimedia*, 2024, Vol. 20_3, 1–0.
8. Opanasenko, V.M., Fazilov, S.K., Mirzaev, N.M., Kakharov Sh.S. A Model of Recognition Algorithms Based on Threshold Functions and Object Proximity Assessment. *Cybern Syst Anal*. 2025, Vol. 61, N. 1. – pp. 174–189.

Додаткові:

1. VHDL'93. IEEE Standard VHDL Language Reference Manual. IEEE Std 1076 - 1993.
2. Palagin A.V., Opanasenko V.N. Design and application of the PLD-based reconfigurable devices. In “Design of Digital Systems and Devices”. Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg. 2011, Vol.79. pp. 59–91.
3. Barcalov A.A. Titarenko L.A., Opanasenko V.N. Organization and design of central processing unit: the classical principles. – Donetsk: UNITECH, 2012. – 332 p.
4. Palagin A., Opanasenko V. The implementation of extended arithmetic's on FPGA-based structures. Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, Vol. 2, IDAACS'2017, 21-23 September 2017. – Bucharest, Romania. – pp. 1014–1019.
5. V. Opanasenko, A. Palahin, and S. Zavyalov, The FPGA-Based Problem-Oriented On-Board Processor, in Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, vol. 1, (IDAACS'2019), 18-21 September 2019, Metz, France. – pp. 152–157.
6. Kryvyi S.L., Opanasenko V.N. Partitioning of a set of vectors with integer coordinates by means the logical hardware. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2019, Vol. 55, N. 4 – pp. 462–473.