

**ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ  
ІМЕНІ В.М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

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



Іван СЕРГІЄНКО

« 29 » 09 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
МІКРОПРОЦЕСОРНІ ТА РЕКОНФІГУРОВНІ  
КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ (ОНД.07)  
для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»**

галузь знань	<b>Г «Інформаційні технології»</b>
спеціальність	<b>Г7 «Комп'ютерна інженерія»</b>
освітній рівень	<b>третій (освітньо-науковий)</b>
освітньо-наукова програма	<b>«Комп'ютерна інженерія»</b>
вид дисципліни	<b>обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна / заочна</b>
Навчальний рік	<b>2025/2026</b>
Рік навчання	<b>2</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>3</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>Іспит</b>

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

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

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

**КИЇВ – 2025**


**РОЗРОБНИК:**

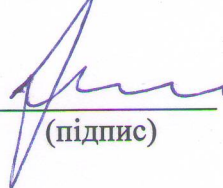
завідувач відділу мікропроцесорної техніки  
д.т.н., професор

 **Володимир ОПАНАСЕНКО**

**Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу мікропроцесорної техніки**

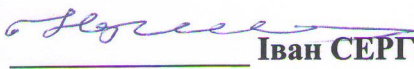
Протокол від “18” 09 2025 року № 4

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

Головний науковий співробітник відділу, академік НАН України, д.т.н.  **Олександр ПАЛАГІН**  
(підпис)

**Робочу програму ухвалено науково-методичною радою**

Протокол від “22” 09 2025 року № 2

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

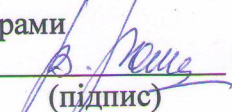
**Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України**

Протокол від “29” 09 2025 року № 15

Учений секретар Вченої ради  **Анатолій КУЛЯС**  
(підпис)

**Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми F7 «Комп'ютерна інженерія»**

“18” 09 2025 року

Гарант освітньої програми д.т.н., проф.  **Володимир РОМАНОВ**  
(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 формулювати 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 обов'язкових дисциплін. 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 принци 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, розвивати: здатність розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі комп'ютерної інженерії, здатність 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 підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні підходи до проектування та моделювання реконфігуровних проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС	Лекція, семінарське заняття	Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді	20%

PH 1.2	Знати: архітектуру суперкомп'ютерних систем; принципи побудови та особливості топологічних характеристик.			
PH 1.3	Знати основні методи проектування проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС за допомогою САПР.			
PH 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			20%
PH 2.1	Вміти застосовувати технологію Reconfigurable Computing для адаптації АЛМ на задачі класифікації.	Лекція, семінарське заняття, самостійна робота	Іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу	20%
PH 2.2	Вміти моделювати нейронні мережі з використанням багатошарових нейронів.			20%
PH 2.3	Вміти застосовувати САПР для проектування та моделювання проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС			5%
PH 3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та моделювання проблемно-орієнтованих пристроїв на базі ПЛІС за допомогою САПР.	семінарське заняття, самостійна робота	Іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу	5%
PH 4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			5%
PH 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			5%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни									
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 3.1	PH 4.1	PH 4.2
<i>(з опису освітньої програми)</i>										
<b>ПРН01.</b> Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.	+	+	+	+						
<b>ПРН02.</b> Планувати й виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної й академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.	+					+			+	+
<b>ПРН05.</b> Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу,		+						+		

експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, ...) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.										
<b>ПРН07.</b> Застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.								+		+
<b>ПРН08.</b> Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.								+	+	
<b>ПРН09.</b> Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.								+		+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

#### – оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 10 балів/6 балів;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2 – 20 балів/12 балів;
3. Захист виконаних завдань: РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2 – 30 балів/18 балів;

#### – підсумкове оцінювання: Іспит.

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1, РН2, РН3, РН4;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

Для здобувачів освітньо-наукового ступеня, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 20 балів для здачі Іспиту за рішенням відділу не допустити до складання Іспиту із рекомендацією захистити завдання до повторного складання Іспиту.

Рекомендований мінімум – 36 балів.

### 7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу за графіком робочої програми. Обов'язковим для Іспиту у є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, до вказаної викладачем дати, перед початком залікової 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. Захист виконаних завдань: до 9 тижня навчального періоду.

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

## 7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу за графіком робочої програми.

Обов'язковим для Іспиту 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. *Захист виконаних завдань :* до 9 тижня навчального періоду.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перездачі завдань здійснюються заходи 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
Мікропроцесорні та реконфігуровні комп'ютерні системи				
1	<b>Тема 1.</b> 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 визначити можливе використання реконфігуровної елементної бази (ПЛІС).	2	–	5
2	<b>Тема 2.</b> 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	<b>Тема 3.</b> 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. <i>Самостійна робота:</i> Знайомство з роботою САПР ПЛІС.	2	–	10

4	<b>Тема 4.</b> Принципи побудови та особливості проектування типових реконфігуровних 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	–	10
5	<b>Тема 5.</b> Основи технології «Reconfigurable Computing». Основні поняття та галузі застосування. <i>Самостійна робота:</i> реалізувати реконфігуровні пристрої класифікації на базі ПЛІС за допомогою САПР.	2	–	10
6	<b>Тема 6.</b> Нечіткі множини щодо задач прийняття рішень. Основні поняття і визначення теорії нечітких множин. Операції над нечіткими множинами (міні–максні та імовірні). Арифметичні операції над нечіткими множинами. <i>Самостійна робота:</i> реалізувати набір арифметичних операцій над нечіткими множинами.	2	–	10
7	<b>Тема 7.</b> 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	2	10
8	<b>Тема 8.</b> Основи поняття та означення теорії нейронних мереж. Модель штучного нейрону - персептрон. Багатошарові нейронімережі. 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	2	10
<b>ВСЬОГО:</b>		16	4	70

**Загальний обсяг 90 годин**, в тому числі:

Лекцій – **16 годин**,

Консультація – **4 години**,

Самостійна робота – **70 годин**.

## **9. Рекомендовані джерела**

### **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., Sh.S. Kakharov. A Model of Recognition Algorithms Based on Threshold Functions and Object Proximity Assessment. *Cybern. Syst Anal.* 2025, Vol. 61, N. 1. – pp. 174–189.

## **9.2.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.