

**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
SMART технології
(ДВА.2.02)**

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	F «Інформаційні технології»
спеціальність	F7 «Комп'ютерна інженерія»
освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
освітньо-наукова програма	«Комп'ютерна інженерія»
вид дисципліни	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: **Багацький Олександр Валентинович**, к.т.н., ст. досл.


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:

Старший науковий співробітник відділу відеосистем реального часу
к.т.н., старший дослідник


Олексій БАГАЦЬКИЙ

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу мікропроцесорної техніки

Протокол від “18” 09 20 25 року № 4


Завідувач відділу
д.т.н., професор


Володимир ОПАНАСЕНКО
(підпис)

Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від “22” 09 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” 09 20 25 року № 15

Учений секретар
вченої ради


Анатолій КУЛЯС
(підпис)

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

“18” 09 20 25 року

Гарант освітньої програми
д.т.н., проф.


Володимир РОМАНОВ
(підпис)

1. Мета дисципліни

полягає у ознайомленні аспірантів з сучасною апаратною та програмною складовою SMART-систем та «Інтернету речей» («Internet of Things», «IoT»), а також можливостями використання сучасних технологій для аналізу та оброблення великих даних, що дозволить набути базових практичних навичок, пов'язаних з розглянутими технологіями.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати:* побудову та практичне застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.
2. *Вміти:* формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки; будувати моделі оптимального управління систем, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «SMART технології» належить до переліку дисциплін професійної підготовки аспіранта і є відбірковою, читається на 2-гому році навчання. Вона спрямована на здобуття аспірантом загальних та фахових компетентностей в напрямі апаратного, програмного, інформаційного та організаційного забезпечення систем автоматизації збору, передавання і опрацювання інформації у різних галузях, керування ними та інтеграція в інформаційно-технічні та SMART системи з використанням сучасної мікропроцесорної техніки, спеціалізованого прикладного програмного забезпечення, технологій обробки даних, в т.ч., методів штучного інтелекту.

4. Завдання (навчальні цілі):

- ✓ Набуття навичок проектування, та створення простих електромеханічних та робототехнічних мікропроцесорних систем для виконання ними різних задач, в т.ч., інтеграції їх в SMART системи;
- ✓ розробка програмного забезпечення із використанням сучасних систем автоматизованого проектування;
- ✓ реалізація обміну інформацією у системах, збереження даних та керування із використанням основних видів інтерфейсів та мережевих протоколів, які використовуються у пристроях інтернету речей.

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 сучасні варіанти smart-систем, їх архітектуру та призначення.	<i>Лекція</i>	<i>Залік, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	20%
РН 1.2	Знати основні апаратні складові smart-систем та IoT.			
РН 1.3	Знати основні протоколи зв'язку, архітектуру та засоби створення та програмування smart-систем та IoT-систем.			
РН 1.4	Знати базові рішення для обробки даних в smart-системах.			
РН 2.1	Вміти визначати необхідну архітектуру smart-систем та IoT відповідно до наявної задачі.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Залік, модульні контролю, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
РН 2.2	Вміти вибирати необхідні сенсори для реалізації необхідного функціоналу smart-системи та IoT-системи.			20%
РН 2.3	Вміти обробляти отримані дані з сенсорів для подальшого аналізу.	<i>Самостійна робота</i>	<i>Залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	5%
РН 3.1	Представити комплексну інформацію, викласти ідею, пояснити суть проблеми (задачі), спосіб розв'язання та результат; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел.			5%
РН 4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей у процесі професійної та наукової діяльності.			5%
РН 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їхню якість.			5%

6. СПІВВІДНОШЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІНИ ІЗ ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
<i>(з опису освітньої програми)</i>										
ПРН-1. 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.	+	+	+	+						
ПРН-3. 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.		+						+		
ПРН-4. 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.						+	+			
ПРН-6. 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.							+			
ПРН-7. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.										+
ПРН-8. Глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.	+					+				
ПРН-9. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації комп'ютерних наук.									+	+
ПРН-10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проєктів з комп'ютерних наук.	+							+	+	

7. СХЕМА ФОРМУВАННЯ ОЦІНКИ.

7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

№	Метод оцінювання	Результати навчання, які оцінюються	Кількість балів	
			Максимум	Мінімум
1	Активна робота на лекції, усні відповіді	PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4	10	6
2	Виконання завдань, винесених на самостійну роботу	PH2.1, PH2.2	30	18
3	Модульні контрольні роботи у формі тестів 10 запитань кожна	PH2.2, PH2.3, PH3.1, PH4.1, PH4.2	20	12
	Всього		60	36

- підсумкове оцінювання: залік.

- максимальна/мінімальна кількість балів які можуть бути отримані: 40/24 балів;

- результати навчання які будуть оцінюватись: PH1, PH2, PH3, PH4;

- форма проведення і види завдань: модульні контрольні роботи у формі тестів..

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 досягнення мінімуму для отримання позитивної оцінки з дисципліни (зарахування заліку).

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 практичні заняття: протягом навчального періоду;

3. Виконання модульних контрольних робіт після закінчення кожного змістового модуля до початку екзаменаційної сесії.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання завдань та перескладання підсумкового оцінювання 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	Семінари	Самостійна робота
Модуль 1. Апаратно-програмні засоби «SMART систем»				
1	<p>Вступ в SMART-технології. Вступ. Коротка характеристика дисципліни. Поняття «smart-технології» та «інтернету речей» («IoT»). Поняття «реального часу». Поняття «розумний» прилад. Перспективні напрямки використання smart-технології. Поняття «хмарні обчислення», «туманні обчислення», «крайові обчислення». Проблеми впровадження та використання smart-технології та IoT-систем. Проблема класифікації «розумних» приладів та smart-систем. Проблеми взаємодії між «розумними» приладами та IoT-складовими. IoT-платформи. Безпековий аспект створення і використання «smart-систем». Існуючі архітектури smart-систем, їх топологія. Еталонна модель від Всесвітнього форуму IoT. Перспективні напрямки розвитку smart-систем <i>Самостійна робота:</i> Області застосування і можливості «smart-систем» та «інтернету речей» («IoT»). Існуючі моделі IoT, їх класифікація</p>	3		5
2	<p>Апаратні складові SMART-систем. Поняття «сенсор», «розумний сенсор». Активні та пасивні сенсори. Класифікація інтелектуальних сенсорів. Хімічні і біохімічні сенсори. Електричні сенсори. Сенсори лінійного та кутового переміщення. Відеосенсори. Мікроконтролери та системи на їх основі. Сенсорно-комп'ютерні системи. Кодування сигналу. Кодування даних. Технології та протоколи передачі даних на довгі відстані в IoT мережах. Технологія LoRaWAN та її архітектура. Технологія SigFox. Технологія Weightless-P. Технології та протоколи передачі даних на короткі відстані в IoT мережах. Технологія Z-Wave. Технологія NFC. Системи на базі RFID. Системи Bluetooth та Bluetooth Low Energy. Системи WiFi. <i>Самостійна робота:</i> «Raspberry Pi»-подібні мікро-комп'ютери та їх можливості. Стільниковий зв'язок для передачі даних (технології EDGE, 3G, LTE).</p>	3		5
3	<p>Програмні складові SMART-систем. Протоколи інфраструктури. Протокол маршрутизації RPL. IEEE 802.15.4 Протоколи виявлення сервісів. Multicast Domain Name System (mDNS). DNS Service Discovery. Протоколи рівня додатків. Протокол DDS. Протокол XMPP. Протокол MQTT. Розповсюджені операційні системи для складових smart-систем (FreeRTOS, Embedded Linux, Mbed). Розповсюджені системи програмування (IDE) для складових smart-систем (Eclipse, Node-RED).</p>	2		5

	<p>Розповсюджені фреймворки (frameworks) для IoT (Azure IoT Cisco IoT Cloud Connect. IBM Watson IoT. Amazon AWS IoT Core. Oracle IoT).</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Популярні мови програмування для складових SMART-систем та IoT. Можливості фреймворків для IoT.</p>			
4	<p>Обробка даних в smart- та IoT-системах.</p> <p>Поняття «розподілені обчислення». Поняття «великі» дані («Big data»). Машинне навчання. Методи машинного навчання. Нейронні мережі. Віртуальна реальність. Доповнена реальність. Сенсорні мережі. Стандарти «розумного міста».</p> <p>Використання складових smart-систем та IoT у промисловості. Системи, що використовують складові «штучного інтелекту». Платформи, які використовують хмарні обчислення та великі об'єми даних. Платформи, які використовують лише технологію Cloud Computing. Платформа CiDAP. OpenIoT.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> «Розумний будинок» та його складові. Системи взаємодії з користувачем та їх можливості.</p>	2		5
	Всього за модуль 1	10		20
Модуль 2. Сучасні засоби для обробки «великих даних»				
5	<p>Засоби віртуалізації апаратної та програмної складової smart-систем та IoT.</p> <p>Вступ. Короткий огляд сучасних засобів апаратної віртуалізації. Віртуальні машини. Гіпервізори. QEMU. Можливості Oracle VirtualBox. VMware vSphere. VMware Workstation. Microsoft Hyper-V.</p> <p>Короткий огляд сучасних засобів віртуалізації на рівні операційної системи. Docker. FlatPak. Snap. Kubernetes. Інші засоби віртуалізації.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Емулятор мейнфрейму Hercules. Система розповсюдження додатків Zero Install.</p>	2		5
6	<p>Операційні системи для емуляції апаратних складових smart-систем та IoT.</p> <p>Вступ. Поняття «Багатозадачність». ОС Multics (архітектура, головні характеристики). Родина ОС Microsoft Windows та Windows IoT (архітектура, головні характеристики). Mac OS X. ОС OS/2. ОС HarmonyOS. ОС ReactOS.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> ОС RSX-11 (архітектура, головні характеристики).</p>	2		5
7	<p>Unix-подібні операційні системи.</p> <p>Стандарт ISO/IEC/IEEE 9945:2009 (POSIX). ОС Unix (архітектура, головні характеристики). ОС Linux. Основні Linux-похідні ОС. ОС Ubuntu, ОС Android. ОС ChromeOS. ОС FreeBSD. ОС Qubes.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> ОС Gentoo (архітектура, головні характеристики).</p>	2		5
8	Засоби для обробки «великих» даних у SMART-	2		5

<p>системах та складових IoT. Вступ. Поняття «Багатопотоковість». Огляд можли-востей мови програмування C++ з розширенням ISO/IEC 14882:2011 (C++11). Огляд можливостей мови Python версії 3 (Python 3.x). Огляд можливостей мови програмування Java (Java SE 11 LTS). Огляд можливостей мови програмування C# (C# версії 4). Паралелелізм (визначення, основні методи реалізації). Підтримка асинхронних дій (визначення, основні методи реалізації). Кросплатформність (визначення, основні методи реалізації). Технології GPGPU (визначення, основні методи реалізації). Технології розподілених обчислень (визначення, основні методи реалізації). <i>Самостійна робота:</i> Мова програмування JavaScript. Стандарт програмування Open HMPP.</p>			
ВСЬОГО:	18		40

Загальний обсяг 60 годин, в тому числі:

Лекцій – **18 годин**,

Консультація – **2 годин**,

Самостійна робота – **40 годин**.

9. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

9.1. Основні:

1. Information Resources Management Association. Smart Technologies: Breakthroughs in Research and Practice 1st Edition / IGI Global; 1st edition , 2017, 602 p.
2. Ed. By Heinz D. Kurz, Marlies Schütz, Rita Strohmaier, Stella S. Zilian, The Routledge Handbook of Smart Technologies An Economic and Social Perspective / Routledge, 2022 , 712 p.
3. Tripathy B. Internet of Things (IoT): Technologies, Applications, Challenges and Solutions / CRC Press, 2017, 334 p.
4. Технології інтернету речей: навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.

9.2.Додаткові:

1. Christopher Harrold. Practical Smart Device Design and Construction: Understanding Smart Technologies and How to Build Them Yourself / Apress, 2020, 434 p.
2. Lake, D., Rayes, A., and Morrow, M., “The Internet of Things,” The Internet Protocol Journal, Volume 15, No. 3, September 2012.
3. K. Wagner, Secure Routing in Wireless Sensor Networks: Attacks and Countermeasures.” First IEEE International Workshop Sensor Network Protocols and Applications (SNPA'03).

9.3.Інформаційні ресурси

1. FreeRTOS. Real-time operating system for microcontrollers. URL: <https://www.freertos.org/>
2. Ubuntu Core URL: <https://ubuntu.com/core>
3. Eclipse IoT. URL: <https://iot.eclipse.org/>.
4. MQTT: The Standard for IoT Messaging. URL: <https://mqtt.org/>.
5. Arduino. URL <https://www.arduino.cc/>.
6. LoRaWAN. URL: <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/>