

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра електроніки та управляючих систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор  
з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Сенсорні мережі**

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітня програма	Комп'ютерні науки
спеціалізація	
вид дисципліни	за вибором
факультет	комп'ютерних наук

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук  
«29» серпня 2022 року, протокол № 14

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

старший викладач кафедри електроніки та управляючих систем **Осипчук Андрій  
Володимирович**

Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем  
Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

В.о. завідувача кафедри електроніки та управляючих систем

  
Максим ХРУСЛОВ

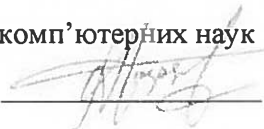
Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»

  
Сергій БОГУЧАРСЬКИЙ

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук  
Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

Голова науково-методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сенсорні мережі. Основи експлуатації складних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Метою викладання курсу «Сенсорні мережі» є формування системних знань, вмінь і навичок, які необхідні для раціонального використання сучасних інформаційних технологій при розв'язанні задач, пов'язаних з моделюванням, проектуванням та експлуатацією сенсорних мереж, вивченні та практичному опануванню основ побудови і застосування бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі.

1.2 Основними завданнями вивчення курсу «Сенсорні мережі»

- засвоєння методів побудови, модернізації і застосування бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі;
- володіння стандартною термінологією і методами проектування і моделювання бездротових мереж для комерційних і прикладних систем широкого призначення;
- мати поняття про системи управління бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі;
- мати знання і навички роботи з датчиками і актуаторами;
- мати базові знання програмування бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі.

Самостійна робота передбачає вивчення окремих теоретичних питань, орієнтованих на обов'язкове використання обчислювальної техніки і максимально наближених до реальних інженерних задач майбутньої спеціальності (спеціалізації).

Вивчений теоретичний матеріал з дисципліни повинен використовуватися і закріплюватися під час проведення лабораторних занять.

*В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.*

*Інтегральна компетентність*

Здатність розв'язувати складні задачі та вирішувати практичні завдання під час професійної діяльності в комп'ютерній галузі, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

*Загальні компетентності (ЗК).*

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК 2. Здатність до навчання та самонавчання (пошуку, оброблення та аналізу з різних джерел інформації).
- ЗК 3. Здатність застосовувати знання на практиці.

1.3 Кількість кредитів - 4

1.4 Загальна кількість годин - 120

1.5 Характеристика навчальної дисципліни	
<b>Нормативна / за вибором</b>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
8-й	-й
Лекції	
16 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	год.

#### 1.6 Заплановані результати навчання:

##### **знати:**

- знати архітектуру, специфікації, методи побудови і застосування бездротових мереж стандартів IEEE 802.11b, 802.11a, 802.11g, 802.16;
- знати основні типи апаратного забезпечення бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі;
- знати основні типи принципи функціонування датчиків і виконуючих приладів (актуаторів) бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі;

##### **вміти:**

- виконувати синтез та проводити динамічний аналіз бездротових сенсорних мереж і систем на їх основі, інформаційних та автоматизованих систем;
- виконувати необхідні розрахунки;
- підібрати необхідні компоненти вузлів і обладнання для сенсорних систем;
- користуватися спеціальною літературою, довідниками, стандартами, нормальями;
- виконувати проектно-розрахункові роботи з використанням ЕОМ та САПР.

*В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).*

- знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж (ПРН 1);
- мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах (ПРН 2);
- знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії (ПРН 3);
- знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті (ПРН 4);
- мати знання основ економіки та управління проектами (ПРН 5);

- вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв’язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей (ПРН 6);
- вміти розв’язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності (ПРН 7);
- вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп’ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності (ПРН 9);
- вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних (ПРН 10);
- вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп’ютерних систем та їх компонентів (ПРН 13);
- вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів (ПРН 14);
- вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення. (ПРН 16);
- спілкуватись усно та письмово з професійних питань українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською). (ПРН 17);
- усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення. (ПРН 20);
- якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики (ПРН 21)

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Архітектура, склад і будова сенсорних мереж та їх компонентів.**

#### ***Тема 1. Основні терміни, визначення та загальні поняття про сенсорні сітки. Класифікація сенсорних мереж. Стандарти.***

Предмет дисципліни, її обсяг, зміст і зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану. Роль дисципліни в підготовці інженерів-розробників компютерних мереж, її цілі і завдання. Бездротові сенсорні мережи. Типові вузли - мережевий координатор (NCD - Network Coordination Device), пристрій з повним набором функцій (FFD - Fully Function Device), пристрій з неповним набором функцій (RFD - Reduced Function Device). Класифікація і характеристики бездротових мереж. Стандарти IEEE802.15.4 і ZigBee.

#### ***Тема 2. Архітектура, склад і будова сенсорних мереж та їх компонентів.***

Структура сенсорної мережі і сенсорного вузла. Топології "Зірка", "Кластерне дерево", "Кожен с кожним" (Меш - мережі). Функціональний склад сенсорного вузла, цифрові і аналогові складові. Проблема мініатюризації і живлення. Характеристики радіоканалів

#### ***Тема 3. Датчики інформації і виконуючі пристрої сенсорних мереж.***

Сенсори, датчики і актуатори та їх інтеграція в склад сенсорних вузлів.

***Тема 4. MEMS-технології, мікроконтролери та ЦПОД у розподіленій обробці даних в сенсорних мережах.***

Технологія мікро-електро-механічних систем (MEMS). Інтеграція мікроелектронних і мікромеханічних компонентів з мікроконтролерами і радіоканалами.

**Розділ 2. Основи проектування сенсорних мереж і систем**

***Тема 5. Алгоритми маршрутизації в сенсорних мережах. Сучасні методи управління сенсорними мережами.***

Принцип адаптивного управління; принцип функціональності управління; принцип ієрархічності управління; принцип розподіленості та координації взаємодії; принцип оптимальності управління. Відповідність протоколів і алгоритмів фізичним компонентам, типам мікропроцесорів і трансіверів. Стеки протоколів управління. Рівень додатків, транспортний рівень, мережевий рівень, каналний рівень, фізичний рівень, шар управління живленням, шар управління мобільністю, шар планування завдань. Моделювання трафіку і зони покриття мережі. Налагодження та програмування бездротового обладнання. Графи як моделі, що використовуються для опису бездротових сенсорних мереж

***Тема 6. Сенсорні мережі з штучним інтелектом. Самоорганізація в сенсорних мережах.***

Застосування інструментів зі штучним інтелектом в сенсорних системах. Системи на основі бази знань, нечітких логічних елементах, технологіях автоматичного збору знань, нейронних мережах, генетичних алгоритмах, експертних системах на основі відпрацьованих ситуацій і технологій зовнішнього інтелекту. Методика проектування мереж з елементами штучного інтелекту. Самоорганізація в сенсорних мережах и системи з “ройовим розумом”.

***Тема 7. Інформаційно-вимірювальні та автоматизовані системи управління на основі сенсорних мереж.***

Сенсорні мережі та індустріальний інтернет речей. Сучасний підхід до організації інформаційно-вимірювальних та автоматизованих систем управління. Концептуальна модель «розумних всепроникаючих мереж» SUN (Smart Ubiquitous Networks).

***Тема 8. Сенсорні мережі для промисловості, медицини та наукових досліджень.***

Застосування сенсорних мереж в біомедичних і інженерних додатках. Автоматизована система управління АСУ ТП «розумний дім». Автоматизована система медичного моніторингу АСММ. Особливості сенсорних мереж для військових завдань і наукових досліджень.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Архітектура, склад і будова сенсорних мереж та їх компонентів.</b>						
Тема 1. Основні терміни, визначення та загальні поняття про сенсорні сітки.	14	4		4		6
Тема 2. Архітектура, склад і будова сенсорних мереж та їх компонентів.	14	4		4		6
Тема 3. Датчики інформації і виконуючі пристрої сенсорних мереж.	14	4		4		6
Тема 4. MEMS-технології, мікроконтролери та ЦПОД у розподіленій обробці даних в сенсорних мережах.	16	4		4		8
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>58</b>	<b>16</b>		<b>16</b>		<b>26</b>
<b>Розділ 2. Основи проектування сенсорних мереж і систем.</b>						
Тема 5. Алгоритми маршрутизації в сенсорних мережах. Сучасні методи керування сенсорними мережами.	16	4		4		8
Тема 6. Інтелектуальні сенсори і сенсорні мережі з штучним інтелектом. Самоорганізація в сенсорних мережах.	16	4		4		8
Тема 7. Інформаційно-вимірювальні та автоматизовані системи управління на основі сенсорних мереж.	16	4		4		8
Тема 8. Сенсорні мережі для промисловості, медицини та наукових досліджень.	14	4		4		6
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>62</b>	<b>16</b>		<b>16</b>		<b>30</b>
<b>Усього</b>	<b>120</b>	<b>32</b>		<b>32</b>		<b>56</b>

### 4. Темі практичних (лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми, лабораторного заняття	Кількість годин
1	Вивчення принципів роботи датчиків та виконавчих механізмів вузлів сенсорних мереж.	4
2	Програмування мікроконтролерів сенсорних вузлів.	4
3	Розробка мікроконтролерного вузла мережі і програми для вимірювання температури і радіаційного стану	6
4	Розробка програми маршрутизатора сенсорної мережі.	6
5	Комп'ютерне моделювання сенсорної мережі.	6
6	Вивчення принципів роботи датчиків та виконавчих механізмів вузлів сенсорних мереж.	6
	<b>Усього годин</b>	<b>32</b>

## 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Вивчення елементної бази для створення типових вузлів сенсорних мереж.	6
2	Вивчення датчиків температури, тиску, вологості, вібрації, швидкості вітру, прозорість радіаційного фону та інших.	6
3	Поглиблене вивчення стандартів IEEE 802.15.4 і ZigBee.	6
4	Повторення учбового матеріалу з аналогової і цифрової електроніки. Підготовка до контрольної роботи.	8
5	Вивчення протоколів передачі даних.	8
6	Програмування мікроконтролерного вузла мережи.	8
7	Програмування інтелектуального мікроконтролерного акселерометру для сенсорної мережи. Підготовка до контрольної роботи.	8
8	Моделювання сенсорної мережи спеціального призначення.	6
	<b>Усього</b>	<b>56</b>

## 6. Індивідуальні завдання

(немає)

## 7. Методи навчання

На досягнення освітніх цілей спрямовані такі методи навчання студентів:

– практичні (використовують для пізнання дійсності, формування навичок і вмінь, поглиблення знань. Під час їх застосування використовуються такі прийоми: планування виконання завдання, постановка завдання, оперативне стимулювання, контроль і регулювання, аналіз результатів, визначення причин недоліків);

– пояснювальне-ілюстративний (використовують для викладання й засвоєння нового навчального матеріалу, фактів, підходів, оцінок, висновків тощо);

– репродуктивний (для застосування студентами вивченого на основі зразка або правила, алгоритму, що відповідає інструкціям, правилам, в аналогічних до представленого зразка ситуаціях);

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

## 8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- прийому та оцінювання звітів з виконання лабораторних робіт;
- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і лабораторних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу та захистом звітів лабораторних робіт.

Підсумковий контроль знань здійснюється на екзамені.



## 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
ПЗ 1 – ПЗ 6	Контрольна робота, передбачена навчальним планом		Індивідуальне завдання		
36	12	12		60	40
				40	100

### Критерії оцінювання

Умовою допуску до екзамену є виконання і захист завдання практичних робіт (6 балів за кожен з 6 робіт, максимальна оцінка - 36 балів) і обов'язкове виконання контрольних робіт (до 12 балів за кожен).

Кожне практичне заняття оцінюється в 6 балів – до 3 балів оцінюються оформлення згідно вимогам, які затверджено на кафедрі, та до 3 балів за захист роботи. При захисті роботи задається 3 питання. За кожен правильну відповідь нараховується 1 бал. За неналежне оформлення результатів роботи віднімається 1 бал. Для допуску до екзамену студенту необхідно набрати не менше 18 балів.

Контрольна робота оцінюється наступним чином. Студент повинен відповісти на 4 питання одного з 3 варіантів контрольної роботи. За кожне питання нараховується до 3 балів.

**А саме:**

**Оцінка «3 балів» виставляється за:**

- знання і розуміння програмного матеріалу в повному обсязі;
- послідовний, логічний, обґрунтований, безпомилковий виклад матеріалу;
- вільне формування висновків та узагальнень;
- самостійне застосування знань в конкретних ситуаціях;
- правильне, охайне оформлення контрольної роботи.

**Оцінка «2 бала» виставляється за:**

- знання і розуміння тільки основного матеріалу;
- спрощений і неповний виклад матеріалу;
- допущення окремих несуттєвих помилок;
- коли студент в основному виконав завдання, але не глибоко володіє матеріалом, його знання мають розрізнений характер, допускаються помилки, які можна легко виправити і не викликають поважних ускладнень.

**Оцінка «1 бал» виставляється за:**

- поверхове знання і розуміння основного матеріалу;
- допущенням істотних помилок.

**Екзаменаційний білет** складається з 3 питань, вичерпна відповідь на кожне з них зараховується як 12 балів – перше питання, 12 балів – друге питання і 16 - балів – третє питання, що дає в сумі максимальні 40 балів за іспит. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повної відповіді на це питання містить письмова робота студента.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

### 10. Рекомендована література

#### Основна література

1. П.Рошан, Д. Лиэзм. Основи побудови бездротових локальних мереж стандарту 802.11.M., Cisco Systems,
2. CISCO IOS 12.0 Solution Network Protocols Volume II: IPX, Apple Talk, and More
3. Cisco Networking Academy Program IT Essentials II: Network Operating Systems Lab Companion
4. Hands-On ZigBee: Implementing 802.15.4 with Microcontrollers
5. Bluetooth Tutorial: Design, Protocol and Specifications for BLE - Bluetooth Low Energy 4.0 and Bluetooth 5
6. Getting Started with Bluetooth Low Energy: Tools and Techniques for Low-Power Networking
7. Wireless Networking: Introduction to Bluetooth and WiFi
8. The WiFi Networking Book: WLAN Standards: IEEE 802.11 bgn, 802.11n , 802.11ac and 802.11ax
9. WIFI TECHNOLOGY: WIRELESS NETWORKING by Gordon Jeffrey