

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор  
з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



« 08 » 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Сенсорні мережі**

Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
Галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
Вид дисципліни	<u>за вибором</u>
Факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук  
«31» серпня 2020 року, протокол № 12

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

кандидат технічних наук, доцент кафедри електроніки та управляючих систем **Стервоєдов  
Микола Григорович**

Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем  
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри електроніки та управляючих систем

  
\_\_\_\_\_ Микола СТЕРВОЄДОВ


Програму погоджено з гарантом освітньої програми 122 «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми 122 «Комп'ютерні науки»

  
\_\_\_\_\_ Микола СТЕРВОЄДОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук  
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
\_\_\_\_\_ Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

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

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Мета курсу " Сенсорні сітки " полягає у формуванні у студентів 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 завдання вивчення дисципліни є:

- 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.*

*Загальні компетентності (ЗК).*

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК1.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК2.
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК3.
- Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями. ЗК6.
- Здатність працювати в команді. ЗК9.
- Здатність бути критичним і самокритичним. ЗК10.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК11.
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт ЗК12.

*Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)*

- Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування. (ФК1)
- Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої

та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо. (ФК2)

- Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів. (ФК7)

- Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління. (ФК8)

- Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника. (ФК10)

1.3. Кількість кредитів - 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
___ год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
10год.	

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, нормальми;

- виконувати проектно-розрахункові роботи з використанням ЕОМ та САПР.

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

- Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. (ПРН1)
- Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації. (ПРН2)
- Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей. (ПРН3)
- Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук. (ПРН9)
- Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення. (ПРН13)

## **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 комп'ютерних мереж, її цілі і завдання. Бездротові сенсорні мережі. 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 обробки 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, канальний рівень, фізичний рівень, шар управління живленням, шар управління мобільністю, шар планування завдань. Моделювання трафіку і зони покриття мережі. Налаштування 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 і системи з “ройовим розумом”.

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

Сенсорні мережі та індустриальний 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. Класифікація сенсорних мереж. Стандарти IEEE802.15.4 і ZigBee.	13	4	4			5
Тема 2. Архітектура, склад і будова сенсорних мереж та їх компонентів.	13	4	4			5
Тема 3. Датчики інформації і виконуючі пристрої сенсорних мереж.	13	4	4			5
Тема 4. MEMS-технології, мікроконтролери та ЦПОД у розподіленій обробки даних в сенсорних мережах.	18	4	4			10
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>57</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>25</b>
<b>Розділ 2. Основи проектування сенсорних мереж і систем.</b>						
Тема 5. Алгоритми маршрутизації в сенсорних мережах. Сучасні методи керування сенсорними мережами.	13	4	4			5
Тема 6. Інтелектуальні сенсори і сенсорні мережи з штучним інтелектом. Самоорганізація в сенсорних мережах.	14	4	4			6
Тема 7. Інформаційно-вимірювальні та автоматизовані системи управління на основі сенсорних мереж.	18	4	4			10
Тема 8. Сенсорні мережи для промисловості, медицини та наукових досліджень.	18	4	4			10
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>63</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>31</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>56</b>

### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення принципів роботи датчиків та виконавчих механізмів вузлів сенсорних мереж.	4
2	Програмування мікроконтролерів сенсорних вузлів.	8
4	Розробка мікроконтролерного вузла мережи і програми для вимірювання температури і радіаційного стану	8
5	Розробка програми маршрутизатора сенсорної мережи.	8
6	Комп'ютерне моделювання сенсорної мережи.	4
	<b>Разом</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.	5
2	Вивчення датчиків температури, тиску, вологості, вібрації, швидкості вітру, прозорість радіаційного фону та інших.	5
3	Поглиблене вивчення стандартів IEEE 802.15.4 і ZigBee.	5
4	Повторення учбового матеріалу з аналогової і цифрової електроніки. Підготовка до контрольної роботи.	10
5	Вивчення протоколів передачі даних.	5
6	Програмування мікроконтролерного вузла мережи.	6
7	Програмування інтелектуального мікроконтролерного акселерометру для сенсорної мережи. Підготовка до контрольної роботи.	10
8	Моделювання сенсорної мережи спеціального призначення.	10
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

## 6. Індивідуальні завдання

2 контрольні роботи

## 7. Методи навчання

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).

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);

– *пояснювально-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);

## 8. Методи контролю

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу, контрольних робіт та захистом звітів з виконання практичних занять.

Підсумковий контроль знань здійснюється на екзамені (письмово).

## 9. Схема нарахування балів

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



## Критерії оцінювання

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

Кожне практичне заняття оцінюються 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 кожну 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 пропорційна 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. Лиэрм. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. М., Cisco Systems, 2005, 445 с.
2. В.С. Сюваткин и др. WiMAX — технология беспроводной связи, теоретические основы, стандарты, применение. — Спб.: БХВ — Петербург, 2005. — 368 с.
3. В.М. Вишне夫斯基 и др. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. М., Техносфера, 2005. — 591 с

### Допоміжна література

1. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике : производственно-практическое издание / А. А. Алямовский [и др.]. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 799 с. : ил.
  2. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств: Учебное пособие для вузов / Д. А. Аветисян. - М. : Высшая школа, 2005. - 510[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 508-509. - ISBN 5-06-004824-1
  3. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. М. : Корона-Век, 2008 г., 368 стр. - ISBN 978-5-903383-39-9
  4. Динц К.М., Куприянов А.А. Схемотехника и проектирование печатных плат. P-CAD 2006, 2009 г. - М.: Наука и техника, 443 с.
  5. Стемповский А.Л. Актуальные проблемы моделирования в системах автоматизации схемотехнического проектирования., 2003г. – М.:Наука, 430 с.
- Проектирование печатных плат в системах P-CAD 2000-2002 :Учебное пособие для вузов /
6. А. М. Кудрявцев, А. В. Лопаткин ; ред. :А. М. Кудрявцев. - М. : САЙНС-ПРЕСС, 2006. - 111[1] с. : ил., табл
  7. Рагозин Д. В. Моделирование синхронизированных сенсорных сетей. Проблемы програмування. 2008. № 2-3. Спеціальний випуск — 721—729 с

### 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»: [Електронний ресурс] // НОУ «ИНТУИТ», 2003 – 2019/ URL:<http://www.intuit.ru/>
2. Wikipedia: [Електронний ресурс] // Wikipedia the free encyclopedia, 2001-2017. URL: <http://www.wikipedia.org/>
3. <http://energ.nauu.kiev.ua/>
4. Mentor, a Siemens Business: [Електронний ресурс] // Mentor. URL: <http://www.model.com/products/msvhdl.html>
5. EDA Tools, IP and Software Security Solutions: [Електронний ресурс] // Synopsys, 2019. URL: <http://www.synopsys.com>.