

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ****Національний авіаційний університет**

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

УЗГОДЖЕНО

Декан ФАЕТ

Сергій ЗАВГОРОДНІЙ

«15» 09 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Анатолій ПОЛУХІН

«04» 10 2021 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни


**«Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»**

Освітньо-професійна програма: «Електронні технології Інтернету речей»  
 Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»  
 Спеціальність: 171 «Електроніка»

Форма навчання	Сем.	Усього (год./кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	7	120/4,0	34	17	-	69	-	-	диф. залік 7с
Заочна	7,8	120/4,0	8	4	-	108	К.р.-8с	-	диф. залік 8с

Індекс: НБ-2-171-2/21-3.11  
 НБ-2-171-2з/21-3.11

**СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021**

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.2 з 10	


Робочу програму навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Електронні технології Інтернету речей», навчальних та робочих навчальних планів № НБ-2-171-2/21, № РБ-2-171-2/21 та №НБ-2-171-23/21, №РБ-2-171-23/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив  
професор кафедри електроніки,  
робототехніки і технологій моніторингу  
та інтернету речей \_\_\_\_\_

 Л. Сібрук

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 171 «Електроніка» (освітньо-професійна програма «Електронні технології Інтернету речей») – кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей, протокол № 18 від «13» 09 2021 р.

Гарант освітньо-професійної програми  
«Електронні технології Інтернету речей» \_\_\_\_\_


 О. Задорожний

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_


 В. Шутко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 11 від «15» 09 2021 р.

Голова НМРР \_\_\_\_\_


 О. Кривоносенко

Рівень документа – 3б  
Плановий термін між ревізіями – 1 рік  
**Контрольний примірник**

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.3 з 10	

## ЗМІСТ

	сторінка
<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.....	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки.....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.....	6
2.3. Тематичний план.....	7
2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН) .....	8
2.5. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН).....	8
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	8
3.1. Методи навчання.....	8
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна).....	8
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті.....	8
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b> .....	8

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.4 з 10	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

**Місце** даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та умінь, що формують профіль фахівця з електроніки в області Інтернету речей.

**Метою** викладання дисципліни є створення можливостей оволодіння теорією хвильових процесів в навколишньому просторі, що збуджуються технічними засобами та визначають якісні характеристики електронних систем.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення методів та технічних засобів формування електромагнітних полів в просторі з певним розподілом інтенсивності, поляризаційних показників, фаз та інших параметрів електромагнітних хвиль;
- оволодіння методами побудови випромінюючих систем, що використовуються в електронних системах;
- оволодіння методами аналізу антен, що експлуатуються в безпілотних літальних апаратах.

#### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

ПРН1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.

ПРН3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.

ПРН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.

ПРН6. Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміння використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

ПРН7. Аналізувати складні цифрові та аналогові інформаційно-вимірювальні системи з розширеною архітектурою комп'ютерних та телекомунікаційних мереж з урахуванням специфікації вибраних технічних засобів електроніки та відповідної технічної документації.


ПРН8. Визначати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів при розробці у комп'ютерному середовищі нових складних електронних систем та виборі оптимального рішення.

ПРН12. Використовувати документацію, пов'язану з професійною діяльністю, із застосуванням сучасних технологій та засобів офісного устаткування; використовувати англійську мову, включаючи спеціальну термінологію, для спілкування з фахівцями, проведення літературного пошуку та читання текстів з технічної та фахової тематики.

ПРН14. Дотримуватися норм сучасної української ділової та професійної мови.

ПРН17. Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики вимірювання; контролювати достовірність



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.5 з 10	

отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом.

ПРН19. Демонструвати поглиблені знання в таких областях електроніки як теорія інформації та кодування, електронних сенсорів та актюаторів, мікрохвильова та міліметрова електроніка, електронні вбудовані системи.

### 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК 5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернетресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

ФК 6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

ФК 8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

ФК13. Здатність розробляти алгоритми та програми керування мережевими електронними пристроями та системами

ФК14. Здатність аналізувати та розробляти бездротові мережеві пристрої та системи.

ФК15. Здатність проектувати мережі матеріальних інтелектуальних об'єктів, що оснащені електронними засобами первинного перетворення, обробки, зберігання і захисту інформації.

### 1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Мікрохвильова функціональна електроніка в Інтернеті речей» базується на таких дисциплінах, як: «Вища математика», «Фізика», «Основи цифрових систем», «Основи аналогової електроніки», «Сенсори і актюатори Інтернету речей»; пов'язана з такою дисципліною, як «Електронні вбудовані системи та їх програмування»; є базою таких дисциплін як «Електронні системи» та інших.


## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Архітектура IoT мереж»;
- навчального модуля №2 «Інженерія IoT мереж»,

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.6 з 10	

## 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

### Модуль № 1 «Архітектура IoT мереж».

#### Інтегровані вимоги модуля №1:

##### Знати:

- зміст технологій Інтернету речей та основні фактори, що впливають на архітектуру IoT мереж;
- архітектуру IoT мереж на прикладах стандартизованих мереж;
- можливості та характеристики сенсорів, актюаторів, смарт пристроїв, сенсорних мереж.

##### Вміти:

- підбирати відповідні до мережі датчики, актюатори та смарт пристрої.

#### Тема 1. Цілі і зміст курсу.

Призначення і галузі застосування IoT мереж. Конвергенція інформаційних та операційних технологій. Загальні вимоги до IoT мереж.

#### Тема 2. Архітектура стандартизованих IoT мереж.

Характеристика ETSI M2M мережі. Характеристика рівней IoT World Forum (IoTWF) мережі. Опис альтернативних мереж.

#### Тема 3. Розвиток архітектури та операційний стек IoT мереж.

Спрощення архітектури мереж. Рівень сенсорів та актюаторів. Рівень мережі зв'язку. Технології доступу та класифікація мереж за радіусами покриття. Топологія мереж.

#### Тема 4. Сенсори, актюатори, смарт пристрої та сенсорні мережі.

Типи сенсорів. Взаємодія сенсорів та актюаторів. Класифікація актюаторів. Характеристика смарт пристроїв. Безпроводні сенсорні мережі: агрегація даних та протоколи зв'язку.

### Модуль № 2 «Інженерія IoT мереж».

#### Інтегровані вимоги модуля №2:

##### Знати:

- технології доступу та протоколи мережевого та прикладного рівней;
- аналіз даних та безпека в IoT мережах.

##### Вміти:

- обирати технологію доступу та розробляти топологію мережі.

#### Тема 1. Критерії зв'язку IoT пристроїв.

Дальність дії. Частотні діапазони. Споживання енергії. Топологія. Кінцеві вузли мережі та мережі кінцевих вузлів.

#### Тема 2. Технології радіодоступу.

Технологія за стандартом IEEE 802.15.4. Характеристика ZigBee протоколу. Фізичний та MAC рівні. Протоколи 802.15.4g та 802.15.4e. Захист інформації на MAC рівні. Протоколи 1901.2, 802.11ah. Характеристика технології LoRaWAN. Технології Low-Power Wide-Area (LPWA): NB-IoT та інші LTE технології.

#### Тема 3. IoT протокол мережевого рівня.


Основні переваги Інтернет протоколу. Адаптація Інтернет протоколу та потреба його оптимізації. Адаптивний рівень 6LoWPAN. Стиснення заголовків пакетів. Фрагментація IPv6 пакетів. Технологія 6TiSCH. RPL мережа.

#### Тема 4. IoT протокол прикладного рівня.

Транспортний рівень. Протоколи TSP та UDP. Мережа у разі відсутності прикладного рівня. SCADA протокол DNP3. Протоколи збирання пакетів і трансляції. Генетичні протоколи. Протокол узагальненого програмування. CoAP, MQTT протоколи.

#### Тема 5. Аналіз даних в IoT.

Структуровані та неструктуровані дані. Методи аналізу даних. Нейронні мережі. Паралельна обробка в базах даних. Розподілені програми для великих кластерів. Аналітика мережі.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.7 з 10	

### Тема 6. Безпека в IoT мережах.

Ерозія мережевої архітектури. Незахищені операційні протоколи. Рівні управлінської та виробничої зон. Пріоритети безпеки: цілісність, доступність та конфіденційність. Структури аналізу ризику: OSTATE, FAIR. Структура захищеної мережі.

### 2.3. Тематичний план.


№ пор	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)									
		Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Лаб.зан.	Прак. зан.	СРС	Усього	Лекції	Лаб.зан.	Прак. зан.	СРС
1	2		4	5	6		8	9	10	11	12
<b>7 семестр</b>											
<b>Модуль №1 « Архітектура IoT мереж »</b>											
1.1	Цілі і зміст курсу	8	2	-	-	6	6				6
1.2	Архітектура стандартизованих IoT мереж	10	2	-	2	6	8	2			6
1.3	Розвиток архітектури та операційний стек IoT мереж	14	2 2	-	2	8	8				8
1.4	Сенсори, актюатори, смарт пристрої та сенсорні мережі	14	2 2	-	2	6	8	2			6
1.5	Модульна контрольна робота №1	6	-	-	2	4	-	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>52</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Усього за семестр</b>				<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>26</b>
<b>Модуль №2 « Інженерія IoT мереж »</b>											
		<b>7 семестр</b>					<b>8 семестр</b>				
2.1	Критерії зв'язку IoT пристроїв.	7	2	-	-	5	12			-	12
2.2	Технології радіодоступу.	18	6	-	4	8	14	2		-	12
2.3	IoT протокол мережевого рівня.	13	4	-	2	7	14		2		12
2.4	IoT протокол прикладного рівня.	13	4	-	2	7	12			-	12
2.5	Аналіз даних в IoT.	6	2	-	-	4	15	2			13
2.6	Безпека в IoT мережах.	6	2	-	-	4	15		2		13
2.7	Модульна контрольна робота №2	5	-	-	1	4	-	-	-	-	-
2.8	Контрольна (домашня) робота	-	-	-	-	-	8				8
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>68</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>39</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Усього за семестр</b>		<b>120</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>82</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>120</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

### 2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)

Контрольна (домашня) робота з дисципліни виконується у четвертому семестрах, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь здобувача вищої освіти при вивченні дисципліни.

Теми рефератів та завдання для виконання практичної частини контрольної (домашньої) роботи здійснюється здобувачем вищої освіти в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій, розроблених провідними викладачами кафедри.

Час, потрібний для виконання контрольної складає 8 годин самостійної роботи.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.8 з 10	

## 2.5. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН).

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до підсумкової контрольної роботи, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

## 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1. Методи навчання

Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття рекомендується проводити з використанням мультимедійного обладнання. Практичні заняття необхідно проводити малими групами для більш повного сприйняття і засвоєння матеріалу.

### 3.2. Рекомендована література.

#### Базова література

3.2.1. Hanes D., Salgueiro G., Grossetete P., Barton R., Henry J. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. - Cisco Systems Inc., 2017. -577р.

3.2.2. Грінгард С. Інтернет речей. – К.: Клуб сімейного дозвілля, 2018. – 176 с.

#### Допоміжна література

3.2.3. Інтернет вещей: Беспроводные сенсорные сети. - Международная электрическая комиссия, Швейцария, 2014. – 84 с.

### 3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1 Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).


## 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ.

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	<b>Модуль №1</b>	
Виконання тестових завдань на практичних заняттях	35 (сумарна)	-
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	21 бали	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	15	-
<b>Усього за модулем №1</b>	50	-
	<b>Модуль №2</b>	
Виконання тестових завдань на практичних заняттях	35 (сумарна)	30 (сумарна)
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	21 бали	-
Виконання та захист контрольної (домашньої) роботи		40
Підсумкова семестрова контрольна робота		30
Виконання модульної контрольної роботи №2	12	-
<b>Усього за модулем №2</b>	50	-
<b>Усього за дисципліною</b>	<b>100</b>	



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.9 з 10	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

**Залікова рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.


4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Мережі зв'язку в технологіях Інтернету речей»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор.10 з 10	

(Ф 03.02 – 01)

**АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА**

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

**АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ**

№ пор.	Прізвищеім'япо-батькові	Підписознайоминої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

**АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ**

№ пор.	Прізвищеім'япо-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновокщодоадекватності

(Ф 03.02 – 03)

**АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН**

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення змін	Дата введення змін
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

**УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН**

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				