

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра ___ комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки _____

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету інформаційних технологій

проф. О.Е. Глазунова
2023 р.
“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри
комп'ютерних систем,
мереж та кібербезпеки

Протокол №10 від 17.05.2023 р.

Завідувач кафедри
(доц. Касаткін Д.Ю.)

“РОЗГЛЯНУТО ”
Гарант ОП «Комп'ютерні системи і мережі»

(Шкарупило В.В.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“Протоколи передачі даних в IoT системах”

спеціальність _____ 123 – «Комп'ютерна інженерія» _____
освітня програма _____ «Комп'ютерні системи і мережі» _____
Факультет (ННІ) _____ інформаційних технологій _____
Розробники: _____ доцент, к.т.н., доцент Шкарупило В.В. _____

Київ – 2023 р.

Робоча програма з дисципліни «Протоколи передачі даних в IoT системах» для студентів ОС
Магістр зі спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія».

„17” травня 2023 р. – 12 с.

Розробники: Шкарупило Вадим Вікторович, кандидат технічних наук, доцент



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп’ютерних систем, мереж та
кібербезпеки

Протокол від “17” травня 2023 р. № 10

Завідувач кафедри комп’ютерних систем, мереж та кібербезпеки

_____ (Касаткін Д.Ю.)
(підпис)

Схвалено вченою радою факультету інформаційних технологій

Протокол від “_18_” _____ 05 _____ 2023 р. № _10_

“ _____ ” _____ 2023 р. Голова _____ (Глазунова О.Г.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни.

Протоколи передачі даних в IoT системах (назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	Інформаційні технології	
Спеціальність	123 – «Комп'ютерна інженерія»	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Магістр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	-
Семестр	2	-
Лекційні заняття	20 год.	-
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	-
Самостійна робота	70 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	10 (5 тижн.)	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни.

Мета – набуття магістрантами знань та вмінь застосування, аналізу та дослідження сучасних протоколів передачі даних в IoT системах.

Завдання навчальної дисципліни «Протоколи передачі даних в IoT системах» – теоретична та практична підготовка магістрантів до здійснення проектування і розгортання сучасних IoT-систем, що базуються на основі програмно-конфігурованих мереж, із залученням відповідних протоколів передачі даних – у різних установах та на підприємствах, зокрема АПК.

Місце і роль дисципліни в системі підготовки фахівців відповідно до навчального плану. Дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль магістра в області комп'ютерної інженерії.

Вимоги щодо знань і вмінь, набутих внаслідок вивчення дисципліни

Внаслідок вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: теоретичні засади програмно-конфігурованих мереж в основі IoT систем, основоположні підходи, концепції; теоретичні засади в основі сучасних протоколів передачі даних в IoT системах; принципи роботи засобів емулювання

програмно-конфігурованих мереж; принципи проєктування програмно-конфігурованих мереж відповідно до заданих обмежень; складові і принцип роботи протоколу OpenFlow, OpenFlow-сумісних контролера і комутаторів; специфіку і принцип роботи протоколів інфраструктурного і транспортного рівнів; засоби автоматизації процесу синтезу програмно-конфігурованих мереж із залученням заданих протоколів передачі даних.

вміти: слідувати підходам, концепціям, ідеології програмно-конфігурованих мереж; оперувати підходами, застосовуваними при розробленні програмно-конфігурованих мереж і відповідних протоколів передачі даних; використовувати інструментарій емулювання програмно-конфігурованих мереж – середовище Mininet; залучати протокол OpenFlow у якості засобу забезпечення обміну даними між компонентами програмно-конфігурованої мережі; застосовувати протоколи передачі даних в IoT-системах згідно до встановлених обмежень; проєктувати програмно-конфігуровані мережі у відповідності до заданих обмежень – стосовно топології, пропускної спроможності каналів передачі даних тощо; обґрунтовувати обрану конфігурацію програмно-конфігурованої мережі у якості платформи для розгортання IoT-системи (систем), вміти обґрунтовувати застосовувані при цьому протоколи передачі даних; виконувати розгортання програмно-конфігурованих мереж із залученням відповідних протоколів передачі даних, аналізувати показники такого розгортання, досліджувати характеристики одержуваних при цьому рішень; аналізувати специфікації протоколу OpenFlow; аналізувати характеристики та швидкодію сучасних OpenFlow-сумісних комутаторів і контролерів; аналізувати і застосовувати протоколи рівня інфраструктури; працювати з графічною оболонкою MiniEdit інструментарію емулювання Mininet; приймати рішення стосовно застосування протоколів транспортного рівня – MQTT, CoAP, AMQP, у залежності від заданих обмежень; виконувати автоматизований синтез програмно-конфігурованих мереж із залученням вивчених протоколів передачі даних, вміти аналізувати та досліджувати показники швидкодії одержуваних при цьому рішень.

Набуття компетентностей:

Відповідно до освітньої програми підготовки магістрів за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» навчальна дисципліна забезпечує формування загальних і фахових компетентностей:

Загальні компетентності:

КЗ 2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

КЗ 3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

КЗ 6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності спеціальності (СК):

СК 1. Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.

СК 2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проєктування.

СК 4. Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.

СК 5. Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

СК 6. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

СК 7. Здатність досліджувати, розробляти та обирати технології створення великих і надвеликих систем.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 3. Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності.

ПРН 7. Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.

ПРН 9. Розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання.

Змістовий модуль 1. Програмно-конфігуровані мережі, віртуалізація.

Тема лекційного заняття 1. Об'єкт, предмет, зміст, завдання курсу. Теоретичні засади програмно-конфігурованих мереж.

Вивчаються підходи, концепції, ідеологія програмно-конфігурованих мереж.

Тема лекційного заняття 2. Програмно-конфігурована мережа як складова IoT- системи.

Вивчаються підходи, застосовувані при розробленні програмно-конфігурованих мереж і відповідних протоколів передачі даних.

Тема лекційного заняття 3. Встановлення і налаштування інструментарію емулювання програмно-конфігурованих мереж (Mininet).

Вивчається інструментарій емулювання програмно-конфігурованих мереж – середовище Mininet. Вивчається протокол OpenFlow у якості засобу забезпечення обміну даними між компонентами програмно-конфігурованої мережі.

Тема лекційного заняття 4. Сценарії застосування протоколів передачі даних в IoT-системах.

Вивчаються аспекти застосовувати протоколів передачі даних в IoT-системах згідно до встановлених обмежень.

Тема лекційного заняття 5. Віртуалізація мережних функцій. Розгортання програмно-конфігурованих мереж на основі базових топологій.

Вивчаються аспекти проектування програмно-конфігурованих мереж у відповідності до заданих обмежень – стосовно топології, пропускну́ї спроможності каналів передачі даних тощо.

Вивчаються аспекти обґрунтування конфігурації програмно-конфігурованої мережі у якості платформи для розгортання IoT-системи (систем), обґрунтування застосовуваних при цьому протоколів передачі даних.

Вивчаються аспекти розгортання програмно-конфігурованих мереж із залученням відповідних протоколів передачі даних, аналізуються показники такого розгортання, досліджуються характеристики одержуваних при цьому рішень.

Змістовий модуль 2. Протоколи передачі даних.

Тема лекційного заняття 6. Специфікації протоколу OpenFlow.

Вивчаються специфікації протоколу OpenFlow, принцип і специфіка роботи OpenFlow-сумісних контролерів.

Тема лекційного заняття 7. OpenFlow-сумісні комутатори і контролери.

Вивчаються характеристики та швидкодія сучасних OpenFlow-сумісних комутаторів і контролерів.

Тема лекційного заняття 8. Протоколи рівня інфраструктури. Робота з графічним інтерфейсом MiniEdit.

Вивчаються особливості і аспекти застосування протоколів рівня інфраструктури. Вивчається графічна оболонка MiniEdit інструментарію емулювання Mininet.

Тема лекційного заняття 9. Протоколи транспортного рівня.

Вивчаються протоколи транспортного рівня – MQTT, CoAP, AMQP.

Тема лекційного заняття 10. Автоматизація процесу синтезу програмно-конфігурованих мереж.

Вивчаються аспекти виконання автоматизованого синтезу програмно-конфігурованих мереж із залученням вивчених протоколів передачі даних. Вивчаються аспекти проведення аналізу і дослідження показників швидкодії одержуваних при цьому рішень.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Програмно-конфігуровані мережі, віртуалізація.												
Тема 1. Об'єкт, предмет, зміст, завдання курсу. Теоретичні	9	2		0		7						

4. Теми лабораторних занять.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Встановлення та налаштування середовища Mininet.	7
2	Створення базових топологій.	8
3	Робота з графічним інтерфейсом MiniEdit.	7
4	Автоматизація синтезу мереж.	8
	Разом за семестр	30
	Разом	30

5. Теми самостійної роботи.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Відмінні риси програмно-конфігурованих мереж від канонічних мереж.	7
2	Програмні складові сучасних програмно-конфігурованих мереж.	7
3	Апаратні складові сучасних програмно-конфігурованих мереж.	7
4	Сценарії застосування IoT систем і відповідних протоколів передачі даних.	7
5	Віртуалізація мережних функцій.	7
6	Відмінність OpenFlow-сумісного комутатора від типового комутатора.	7
7	Протокол OpenFlow. Порівняльна характеристика версій і можливостей.	7
8	Протокол передачі даних MQTT. Сценарії застосування. Показники швидкодії.	7
9	Протокол передачі даних CoAP. Сценарії застосування. Показники швидкодії.	7
10	Протокол передачі даних AMQP. Сценарії застосування. Показники швидкодії.	7
	Разом	70

6. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Пояснити основні концепції програмно-конфігурованих мереж.
2. Охарактеризувати архітектуру програмно-конфігурованих мереж.
3. Призначення протоколу OpenFlow.
4. Еволюція специфікації OpenFlow.

5. Охарактеризувати розмежування між рівнями управління і даних в програмно-конфігурованих мережах.
6. Пояснити переваги від віртуалізації мережних функцій.
7. Навести приклади та охарактеризувати SDN-сумісні пристрої (комутатори).
8. Охарактеризувати популярні SDN-сумісні контролери.
9. Програмування SDN-контролерів. Мови, специфіка.
10. Охарактеризувати OpenFlow-сумісний контролер OpenDaylight.
11. Охарактеризувати OpenFlow-сумісний контролер Veason.
12. Охарактеризувати OpenFlow-сумісний контролер NOX.
13. Охарактеризувати OpenFlow-сумісний контролер POX.
14. Охарактеризувати OpenFlow-сумісний контролер Ryu.
15. Засоби емуляції SDN-інфраструктури. Приклади, характеристика.
16. Середовище емуляції Mininet. Характеристика, специфіка використання.
17. Охарактеризувати сценарії використання IoT систем.
18. Поняття фізичної та віртуальної інфраструктури SDN-мережі.
19. Протокол інфраструктурного рівня 6LoWPAN. Призначення, характеристика.
20. Протокол транспортного рівня MQTT. Призначення, характеристика.
21. Протокол транспортного рівня CoAP. Призначення, характеристика.
22. Протокол транспортного рівня AMQP. Призначення, характеристика.

7. Методи навчання.

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення, за допомогою діалогу, нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунок, схеми, графіки);
- лабораторна робота – для використання набутих знань при виконанні лабораторних завдань;
- аналітичний метод – для мисленнєвого або практичного розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

8. Форми контролю.

Наприкінці кожного змістовного модуля проводиться контрольна робота.

Форми контролю: захист чотирьох лабораторних робіт, усне опитування, контрольна робота, екзамен.

9. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «ПОЛОЖЕННЯ про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від «26» квітня 2023 р. протокол № 10):

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

Оцінювання виконання та захисту лабораторних робіт за кожний модуль здійснюється у наступній відповідності:

№ лабораторної роботи	Кількість балів	Загальна кількість балів
1 модуль		
Лабораторна робота № 1	30	70
Лабораторна робота № 2	30	
Самостійна робота	10	
Модульна контрольна		30
2 модуль		
Лабораторна робота № 3	30	70
Лабораторна робота № 4	30	
Самостійна робота	10	
Модульна контрольна		30

10. Навчально-методичне забезпечення.

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Протоколи передачі даних в IoT системах" для студентів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія" всіх форм навчання – Частина 1 / Укл.: В.В. Шкарупило. – Київ: НУБіП, 2019. – 38 с.

2. Електронний навчальний курс на платформі Moodle, що вміщує повне методичне забезпечення включаючи презентації до лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт тощо. URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2950>

11. Рекомендовані джерела інформації.

Базові:

1. Шкарупило В. В., Кудерметов Р. К., Мазур Д. С., Скарга-Бандурова І. С., Шумова Л. О., Великжанін А. Ю., Харченко В. С., Узун Д. Д., Узун Ю. О., Годованюк П. А. Програмно-конфігуровані мережі та Інтернет Речей: Практикум / за ред. Р.К. Кудерметова. МОН України, Запорізький національний технічний університет, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «ХАІ», 2019. 129 с.
2. Shkarupylo V. V., Mazur D. Software defined networks basics. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1-3. Volume 2. Modelling and Development / V. S. Kharchenko (ed.). Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. P. 135-164.
3. Shkarupylo V. V. SDN programming and simulation of SDN composing, configuring and scaling. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1-3. Volume 2. Modelling and Development / V. S. Kharchenko (ed.). Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. P. 165-193.
4. Грінгард С. Інтернет речей / пер. з англ. Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2018. 176 с.

Допоміжні:

1. Hu F. Network Innovation through OpenFlow and SDN: Principles and Design. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2014. 520 p.
2. Goransson P., Black C., Culver T. Software Defined Networks: A Comprehensive Approach. 2nd ed. Cambridge, MA, US: Elsevier, 2017. 436 p.
3. Hanes D. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. 1st ed. Cisco Press, 2017. 576 p.
4. Underdahl B., Kinghorn G. Software defined networking for dummies. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2015. 44 p.
5. Feamster N., Rexford J., Zegura. E. The Road to SDN: An Intellectual History of Programmable Networks. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*. 2014. Vol. 44, No. 2. P. 87-98.
6. Al-Fuqaha A., Khreishah A., Guizani M., Rayes A., Mohammadi M. Toward better horizontal integration among iot services. *IEEE Communications Magazine*. 2015. Vol. 53, No. 9. P. 72-79.
7. IoT Standards and Protocols: an overview of protocols involved in Internet of Things devices and applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>. – Заголовок з екрану.

8. How Do You Select Which IoT Protocol to Use? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.silabs.com/documents/public/presentations/ew-2018-how-do-you-select-which-iot-protocols-to-use.pdf>. – Заголовок з екрану.
9. ДСТУ ISO/IEC 2382:2017 (ISO/IEC 2382:2015, IDT) Інформаційні технології. Словник термінів.