



ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ МЕРЕЖЕВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 рік навчання, 3 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Лекції: 36 год., Лабораторний практикум: 18 год., самостійна робота: 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота, календарний контроль</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу поточного навчального року (rozklad.kpi.ua)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Олещенко Любов Михайлівна, oleshchenkoliubov@gmail.com Лабораторний практикум: к.т.н., доцент, Олещенко Любов Михайлівна, oleshchenkoliubov@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom: https://classroom.google.com/u/4/c/MTU4Njc3MTcyOTE5</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчення дисципліни «Проєктування та розроблення мережевого програмного забезпечення» дозволяє сформувати у здобувачів освіти компетенції, необхідні для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з проєктуванням та розробленням мережевого програмного забезпечення.

Метою вивчення дисципліни «Проєктування та розроблення мережевого програмного забезпечення» є формування у студентів здатностей розробляти програмне забезпечення для централізованого адміністрування комп'ютерної мережі згідно визначених вимог; програмно налаштовувати пристрої IoT для їх функціонування у мережі заданої топології.

Предметом дисципліни «Проєктування та розроблення мережевого програмного забезпечення» є технології програмування пристроїв IoT та програмних методів адміністрування мереж SDN.

Після засвоєння дисципліни «Проєктування та розроблення мережевого програмного забезпечення» **результатами навчання** є:

ЗНАННЯ:

- протоколів і стандартів IoT;
- архітектур мереж IoT;
- програмних методів захисту даних мереж IoT;
- концепцій мережевої програмованості з використанням технологій SDN, OpenFlow Controller, NFV, NETCONF, RESTCONF, Orchestration, YANG, YAML, ACI, APIC-EM та контейнерів.

УМІННЯ:

- проектувати мережі та програмувати пристрої IoT у середовищі моделювання Packet Tracer та виконувати тестування запрограмованих пристроїв IoT у мережі заданої топології.

ДОСВІД:

- проектування мереж IoT;
- розроблення програмного забезпечення пристроїв IoT для їх функціонування у мережі заданої топології.

Вивчення дисципліни «Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення мультимедійних та інформаційно-пошукових систем» компетентностей, необхідних для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з використанням технологій програмування для побудови мереж IoT та SDN:

ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03 Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ФК02 Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проекти у сфері інженерії програмного забезпечення.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Успішному вивченню дисципліни «Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення» передують вивчення дисциплін «Операційні системи», «Програмування» та «Організація комп'ютерних мереж» навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Дисципліна «Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення» забезпечує виконання курсових проектів та магістерських дисертацій за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна «Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення» передбачає вивчення таких тем:

Тема 1. Проектування та розроблення програмного забезпечення для пристроїв IoT.

Тема 2. Розроблення програмного забезпечення для мереж SDN.

Залік.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Олещенко Л. М. *Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення: лабораторний практикум з дисципліни «Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення» [Електронний ресурс].* – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 108 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54839/1/Lab_praktykum_PRMPZ.pdf
2. Олещенко Л. М., Хіцко Я.В. *Програмування пристроїв Інтернету речей: лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / КПІ ім. Ігоря Сікорського.* – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 47 с.
3. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Ільїн О.О. *Побудова SDN мереж.* – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 190 с.
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.

Додаткова література:

1. H. Mekky, F. Hao, S. Mukherjee, Z.-L. Zhang, and T. Lakshman, "Application-aware data plane processing in SDN," in *Proceedings of the Third Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking, ser. HotSDN '14*. New York, NY, USA: ACM, 2014, pp. 13–18.
2. Finardi A. *IoT Simulations with Cisco Packet Tracer* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/150158/Andrea%20Finardi%20%20Master%20of%20Engineering%20%20Information%20technology.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. *Leading the IoT* // Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf
4. *Changing the programming paradigm for the embedded in the IoT domain* // Електронний ресурс. Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7389059/?arnumber=7389059>
5. *Things and Components available in Packet Tracer 7.2* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.packettracernetwork.com/internet-of-things/pt7-iot-devices-configuration.html>
6. *Introduction to APIC-EM* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://networklessons.com/cisco/ccna-routing-switching-icnd2-200-105/introduction-to-apic-em>
7. *What is SDN and where software-defined networking is going* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.networkworld.com/article/3209131/what-sdn-is-and-where-its-going.html>
8. *The basics of SDN and the OpenFlow Network Architecture* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://noviflow.com/the-basics-of-sdn-and-the-openflow-network-architecture>
9. *IOT attacks* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.educative.io/answers/what-are-iot-attacks>
10. *NICE cybersecurity workforce framework* // Електронний ресурс. Режим доступу: <https://resources.infosecinstitute.com/topic/what-is-the-nice-cybersecurity-workforce-framework/>

Матеріали знаходяться у вільному доступі в Інтернеті.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тип навчального заняття	Опис навчального заняття
<i>Тема 1. Проєктування та розроблення програмного забезпечення для пристроїв IoT.</i>		
1	<i>Лекція 1. Інтернет речей. Протоколи і стандарти IoT.</i>	<i>Інтернет речей. Протоколи і стандарти IoT. IoT World Forum Reference Model.</i>
2	<i>Лекція 2. Підтримка IoT у промисловості. Промислові пристрої IoT. Захист даних та рівні керування в IoT.</i>	<i>Підтримка IoT у промисловості. Промислові пристрої IoT. Захист даних та рівні керування в IoT.</i>
3	<i>Лекція 3. Підключення пристроїв IoT до мережі.</i>	<i>Підключення пристроїв IoT до мережі. Датчики, контролери. Виконавчі механізми. IP-контролери. Приклади програмного забезпечення IoT.</i>
4	<i>Лабораторна робота 1. Підключення пристроїв IoT до розумного будинку.</i>	<i>Завдання: у середовищі моделювання Packet Tracer створити розумну домашню мережу згідно інструкції, додати бездротові пристрої Wired IoT до Smart Home Network, налаштувати мережевий адаптер та перевірити стан пристроїв через IoT Server.</i>
5	<i>Лекція 4. Апаратна та програмна складова обчислювальної системи Arduino.</i>	<i>Апаратна та програмна складова обчислювальної системи Arduino. Структура програмного забезпечення Arduino.</i>
6	<i>Лекція 5. Хмарні та туманні обчислення для пристроїв IoT.</i>	<i>Хмарні та туманні обчислення для пристроїв IoT. Розроблення програмного забезпечення для моніторингу стану врожаю на сільськогосподарських плантаціях.</i>
7	<i>Лекція 6. Архітектурні моделі IoT.</i>	<i>Архітектурні моделі IoT: Device-to-Device, Device-to-Cloud, Device-to-Gateway-to-Cloud, Device-to-Gateway-to-Cloud-to-Application.</i>
8	<i>Лабораторна робота 2. Моніторинг пристроїв IoT у мережі.</i>	<i>Завдання: у середовищі моделювання Packet Tracer під'єднати домашній шлюз до мережі, підключити пристрої IoT до бездротової мережі, додати до мережі кінцевий пристрій користувача, відслідкувати пристрої IoT за допомогою Home Gateway.</i>
9	<i>Лекція 7. Будова Raspberry Pi. Prototyping Lab Application.</i>	<i>Будова Raspberry Pi. Завантажувальна SD –карта Raspberry Pi. Prototyping Lab Application.</i>
10	<i>Лабораторна робота 3. Туманні обчислення в розумному будинку.</i>	<i>Завдання: дослідити розумний будинок, використати туманні обчислення в розумному будинку для обчислювальної системи моніторингу впливу рівня диму, виявленого у будинку.</i>
11	<i>Лекція 8. Анатомія атак IoT. Типи атак IoT. Демонстрація використання Mirai Botnet.</i>	<i>Анатомія атак IoT. Типи атак IoT. Демонстрація використання Mirai Botnet.</i>

12	Лекція 9. Модель безпеки IoT. NICE Cybersecurity Workforce Framework.	Модель безпеки IoT. NICE Cybersecurity Workforce Framework. Захист MQTT.
13	Лабораторна робота 4. Налаштування безпеки пристроїв IoT.	Завдання: у середовищі моделювання Packet Tracer виконати налаштування безпеки пристроїв IoT в мережі заданої топології за допомогою бездротового маршрутизатора.
14	Лабораторна робота 5. Проектування мережі для розумного будинку та програмування пристроїв IoT.	Завдання: змодельувати топологію для домашньої мережі згідно сценарію за варіантом та запрограмувати пристрої IoT для їх функціонування у мережі та взаємодії з мережевими пристроями. Налаштувати DHCP, WLAN та DNS-сервер для перекладу URL-адреси домашньої сторінки IoT у власну IP-адресу сервера IoT. Виконати тестування запрограмованих пристроїв.
<i>Тема 2. Розроблення програмного забезпечення для мереж SDN.</i>		
15	Лекція 10. Архітектура мереж SDN.	Історія розвитку мереж SDN. Основні концепції та архітектура мереж SDN.
16	Лекція 11. Технології OpenFlow. Програмне забезпечення OpenFlow	Призначення OpenFlow в мережах SDN. Таблиця дій і статусів OpenFlow. Програмне забезпечення OpenFlow. Switch Software. Controller Plane Software. Приклади використання програмного забезпечення OpenFlow Switch Software, Controller Plane Software.
17	Лекція 12. Пересилання пакетів і опис топології мережі у OpenFlow.	Пересилання пакетів і опис топології мережі у OpenFlow. Комунікації в OpenFlow. OpenFlow Failover.
18	Лекція 13. Використання технологій NFV в мережах SDN.	Використання технологій NFV в мережах SDN. Рівні та інтерфейси мереж SDN. SDN Controller. Constraint-Aware Controller.
19	Лекція 14. Програмне забезпечення для моніторингу топології, аналізу трафіку, затримок та маршрутизації в мережі SDN.	Програмне забезпечення для моніторингу топології, аналізу трафіку, затримок та маршрутизації в мережі SDN. Тестування програмного забезпечення в Mininet Network Emulator.
20	Лекція 15. Розроблення програмного забезпечення для відображення таблиці хостів та таблиці мережеских пристроїв у мережі SDN.	Розроблення програмного забезпечення для запиту та відображення таблиці хостів та таблиці мережеских пристроїв у мережі. Інвентаризація хостів мережі у Python. Створення функції для запиту інвентаризації хоста. Аналіз Network Device Inventory API засобами Python.
21	Лекція 16. Призначення APIC-EM. Використання Postman для взаємодії з REST API.	Призначення APIC-EM. Використання Postman для взаємодії з REST API.
22	Лекція 17. Розроблення мережевого програмного забезпечення для взаємодії з API.	Програми Python для введення даних користувача, читання та запису у зовнішні файли. Програми Python, які отримують доступ до API на основі

	<i>Парсинг JSON у Python. MapQuest API Application. Автентифікація RESTful Request.</i>	<i>введення даних користувача для відображення даних у форматі JSON. Парсинг JSON у Python. MapQuest API Application. Автентифікація RESTful Request.</i>
23	<i>Лабораторна робота 6. Розроблення програмного забезпечення для отримання даних з MapQuest Directions API.</i>	<i>Завдання: розробити програмне забезпечення для отримання даних у форматі JSON з MapQuest Directions API, використовуючи мову Python.</i>
24	<i>Лекція 18. Підсумкове заняття.</i>	<i>Модульна контрольна робота.</i>

6. Самостійна робота студента

Дисципліна «Проектування та розроблення мережевого програмного забезпечення» ґрунтується на самостійній підготовці до аудиторних занять на теоретичні та практичні теми.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин	Література
1	Підготовка до лекції 1	2	1, стор.5-9.
2	Підготовка до лекції 2	2	3, стор.8-24.
3	Підготовка до лекції 3	2	3, стор.25-52.
4	Підготовка до лабораторної роботи 1	2	1, стор.9-24.
5	Підготовка до лекції 4	2	3, стор.62-110.
6	Підготовка до лекції 5	2	3, стор.224-238.
7	Підготовка до лекції 6	2	3, стор.133-157.
8	Підготовка до лабораторної роботи 2	4	3, стор.189-204.
9	Підготовка до лекції 7	2	3, стор.52-60.
10	Підготовка до лабораторної роботи 3	2	3, стор.159-171.
11	Підготовка до лекції 8	2	9 (дод.)
12	Підготовка до лекції 9	2	10 (дод.)
13	Підготовка до лабораторної роботи 4	2	1, стор.31-35.
14	Підготовка до лабораторної роботи 5	2	2 (дод.)
15	Підготовка до лекції 10	2	2, стор.5-37.
16	Підготовка до лекції 11	2	2, стор.5-37.
17	Підготовка до лекції 12	2	7 (дод.)
18	Підготовка до лекції 13	2	8 (дод.)
19	Підготовка до лекції 14	2	2, стор.38-82.
20	Підготовка до лекції 15	2	1 (дод.)
21	Підготовка до лекції 16	2	6 (дод.)
22	Підготовка до лекції 17	2	6 (дод.)
23	Підготовка до лабораторної роботи 6	2	6 (дод.)

24	Підготовка до модульної контрольної роботи.	20	1, стор.5-35. 2, стор. 38-82. 3, стор. 8-60, 159-171. 1-10 (дод.)
----	---	----	--

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекційних занять є обов'язковим.
- Відвідування занять лабораторного практикуму може бути епізодичним та за потреби захисту робіт лабораторного практикуму.
- Правила поведінки на заняттях: активність, повага до присутніх, відключення телефонів.
- Дотримання політики академічної доброчесності.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Протягом семестру студенти виконують 6 лабораторних практикумів. Максимальна кількість балів за кожний лабораторний практикум: 10 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму): 0-4 бали;
- відповідь під час захисту лабораторної роботи: 0-4 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-2 бали.

Критерії оцінювання якості виконання:

- 4 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі;
- 3 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі, але має недоліки;
- 2 бали – робота виконана якісно, але не в повному обсязі, має недоліки;
- 1 бал – робота виконана не в повному обсязі, або містить помилки.
- 0 балів – робота містить суттєві помилки.

Критерії оцінювання відповіді:

- 2 бали – відповідь повна, добре аргументована;
- 1 бал – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання своєчасності представлення роботи до захисту:

- 2 бали – робота представлена до захисту не пізніше вказаного терміну;
- 0 балів – робота представлена до захисту пізніше вказаного терміну.

Максимальна кількість балів за виконання та захист лабораторних практикумів:

10 балів × 6 лаб. робіт = 60 балів.

Завдання на **модульну контрольну роботу** складається з 5 питань – 3 теоретичних та 2 практичних. Відповідь на кожне теоретичне/практичне запитання оцінюється 8 балами.

Критерії оцінювання кожного теоретичного/практичного запитання модульної контрольної роботи:

- 7-8 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;
- 5-6 балів – відповідь вірна, але неповна або погано аргументована;
- 3-4 бали – у відповіді є незначні помилки;
- 1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

8 балів × 3 теоретичні запитання + 8 балів × 2 практичні запитання = 40 балів.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R = R_C = 60 \text{ балів} + 40 \text{ балів} = 100 \text{ балів}$.

За описом: $R = R_{\text{лаб}} + R_{\text{МКР}} = 60 + 40 \text{ балів} = 100 \text{ балів}$

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації (20 балів).

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації (30 балів).

Семестровий контроль: **залік**.

Умови допуску до семестрового контролю:

При семестровому рейтингу (r_C) не менше 60 % (60 балів) та зарахуванні усіх лабораторних робіт.

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання і захист лабораторних робіт з дисципліни.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у Додатку 1.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Олещенко Л.М.

Ухвалено кафедрою ПЗКС (протокол №8 від 25.01.23)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол № 6 від 27.01.2023)

Додаток 1. Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Модуль 1

1. Інтернет речей. Протоколи і стандарти IoT.
2. Підтримка IoT у промисловості. Промислові пристрої IoT. Захист даних та рівні керування в IoT.
3. Підключення пристроїв IoT до мережі.
4. Етапи створення прототипу IoT. Краудфандинг. Фізичні матеріали та обчислювальні платформи.
5. Апаратна та програмна складова обчислювальної системи Arduino.
6. Джерела відкритих даних, отриманих з пристроїв IoT. Програмне забезпечення для аналізу даних пристроїв IoT.
7. Хмарні та туманні обчислення для пристроїв IoT.
8. Архітектурні моделі IoT.
9. SparkFun Inventor's Kit. Arduino Microcontroller. Arduino IDE.

10. Програмування роботи світлодіода за допомогою Redboard та Arduino IDE.
11. Сенсори та виконавчі механізми. Програмування роботи фоторезистора за допомогою RedBoard та Arduino IDE.
12. Пристрої Інтернету речей та програмне забезпечення для оброблення даних.
13. Будова Raspberry Pi. Prototyping Lab Application.
14. Розроблення програмного забезпечення з використанням PL-App Notebook.
15. Анатомія атак IoT. Типи атак IoT. Демонстрація використання Mirai Botnet.
16. Модель безпеки IoT. NICE Cybersecurity Workforce Framework.
17. API програмного забезпечення для IoT. REST API в системах IoT.
18. Діаграми послідовності та документування програмного забезпечення систем IoT.

Модуль 2

1. Архітектура мереж SDN.
11. Технології OpenFlow.
12. Програмне забезпечення OpenFlow Switch Software. Controller Plane Software.
13. Пересилання пакетів і опис топології мережі у OpenFlow.
14. Комунікації в OpenFlow. OpenFlow Failover.
15. Використання технологій NFV в мережах SDN.
16. Рівні та інтерфейси мереж SDN.
17. SDN Controller. Constraint-Aware Controller.
18. Програмне забезпечення для моніторингу топології, аналізу трафіку, затримок та маршрутизації в мережі SDN.
19. Розроблення програмного забезпечення для відображення таблиці хостів та таблиці мережевих пристроїв у мережі SDN.
20. Призначення APIC-EM.
21. Використання Postman для взаємодії з REST API.
22. Розроблення мережевого програмного забезпечення для взаємодії з API.
23. Парсинг JSON у Python. MapQuest API Application. Автентифікація RESTful Request.
24. Використання APIC-EM Path Trace API в Python. Використання DevNet GitHub. APIC-EM API для Flow Analysis.
25. Cisco Webex for Developers. API Reference. The Rooms API. The List Messages API. List Messages Endpoint. List Messages Response.
26. Використання Postman для надсилання запитів до ISS Location API. Створення виклику до API Webex Teams в Python.
27. Використання Python для Automate Listing Rooms. Використання Python для List and Search Messages.
28. Використання Python для інтеграції MapQuest і ISS location APIs with Webex Teams APIs.