Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЦТЕ

Кафедра цифрових технологій в енергетиці

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Другий (магістерський)***
Галузь знань	*F Інформаційні технології*
Спеціальність	*F3 Комп'ютерні науки*
Освітня програма	*Технології візуальних обчислень*
Статус дисципліни	*Вибірковий*
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*1 курс, 2 семестр*
Обсяг дисципліни	*5 кредитів (150 годин) 30 лек. 14 лаб. 106 СРС*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Екзамен, МКР*
Розклад занять	*https://schedule.kpi.ua/*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., *проф. Сліпченко Володимир Георгійович*, *ddpolytechnic2016@gmail.com* Лабораторні: ас. Рудик Володимир Іванович, *rudyk.volodymyr@lll.kpi.ua*
Розміщення курсу	Засоби Classroom та e-mail.

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Програмне забезпечення енергетичного менеджменту» складено відповідно до освітньої програми освітньо-професійної програми «Технології візуальних обчислень» другого рівня вищої освіти спеціальності F3 «Комп'ютерні науки».

Метою освітнього компонента є підготовка фахівців до проєктування, розробки та інтеграції програмних систем енергетичного менеджменту, що відповідають вимогам українського законодавства та міжнародних стандартів у сфері цифровізації енергетики.

У результаті вивчення дисципліни студенти мають продемонструвати:

- проєктування архітектури програмних систем енергетичного менеджменту та їх інтеграцію з компонентами СЕМ України;
- розробку мікросервісних рішень для збору, обробки та аналізу енергетичних даних з урахуванням вимог надійності та масштабованості;

- застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування енергоспоживання, виявлення аномалій та оптимізації енергетичних процесів;
- забезпечення відповідності розроблених рішень вимогам українського енергетичного законодавства та міжнародних стандартів (ISO 50001, IEC 61970/61968, директив ЄС).

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

У структурно-логічній схемі навчальна дисципліна «Програмне забезпечення енергетичного менеджменту» розміщена тоді, коли студенти вже прослухали навчальні дисципліни «Проектування систем з розподіленими базами даних в енергетиці», «Обробка надвеликих масивів даних», що достатньо для виконання лабораторних робіт з даної дисципліни.
Отримані знання можна використовувати при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Теоретичні основи енергетичного менеджменту
- Тема 1.1. Концепції енергетичного менеджменту та СЕМ України
- Тема 1.2. Архітектурні принципи програмних систем в енергетиці

Розділ 2. Нормативно-правове регулювання
- Тема 2.1. Законодавство України в сфері енергетики
- Тема 2.2. Міжнародні стандарти та директиви ЄС

Розділ 3. Архітектура програмного забезпечення СЕМ
- Тема 3.1. Компоненти та модулі сем
- Тема 3.2. Мікросервісна архітектура в енергетичних системах

Розділ 4. Технології збору та обробки даних
- Тема 4.1. IoT та сенсорні мережі в енергетиці
- Тема 4.2. Обробка великих обсягів енергетичних даних

Розділ 5. Аналітика та оптимізація
- Тема 5.1. Прогнозування в енергетичних системах
- Тема 5.2. Системи підтримки прийняття рішень

Розділ 6. Інтеграція та розгортання
- Тема 6.1. API та інтеграційні рішення
- Тема 6.2. Хмарні технології та DevOps
- Тема 6.3. Безпека та кібербезпека енергетичних систем

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Кулик В.В., Буртняк І.В. Інформаційні системи в енергетиці: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. 284 с.
2. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. Системи енергетичного менеджменту: теорія та практика: підручник. Вінниця: ВНТУ, 2020. 356 с.
3. Денисюк С.П., Базюк Т.М. Автоматизовані системи диспетчерського управління в енергетиці: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2018. 298 с.
4. Праховник А.В., Соловей О.І. Енергетичний менеджмент: підручник. Київ: ІЕЕ НТУУ «КПІ», 2017. 472 с.
5. Киричок Р.Ю., Мартинюк В.В. Розподілені бази даних в енергетичних системах: навч. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 2019. 216 с.
6. Попов А.О., Яремчук Н.А. Кібербезпека енергетичної інфраструктури: навч. посіб. Одеса:

ОНПУ, 2021. 256 с.
Додаткова:
7. Kumar S., Singh A. Smart Grid Technologies and Applications. CRC Press, 2019. 412 p.
8. Momoh J.A. Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis. IEEE Press, 2020. 364 p.
9. Richardson C., Smith M. Microservices Patterns: With examples in Java. Manning Publications, 2018. 520 p.
10. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly Media, 2019. 851 p.
11. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. O'Reilly Media, 2021. 616 p.
12. Сучасні тренди цифровізації енергетики: матеріали конф. / за ред. В.О. Артеменка. Київ: ІЕД НАНУ, 2021. 312 с.
13. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications. O'Reilly Media, 2017. 590 p.
14. Міжнародні стандарти в енергетиці: довідник / О.В. Гончар, М.І. Левченко, А.С. Макаренко. Київ: Техніка, 2019. 196 с.
Довідники інструментів розробки:
15. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/
16. InfluxDB Documentation. URL: https://docs.influxdata.com/influxdb/
17. Docker Documentation. URL: https://docs.docker.com/
18. React Documentation. URL: https://react.dev/reference/react
19. Apache Kafka Documentation. URL: https://kafka.apache.org/documentation/
20. Modbus Protocol Reference Guide. URL: https://modbus.org/docs/
21. RESTful API Design Guidelines. URL: https://restfulapi.net/
22. JWT.io - JSON Web Tokens Introduction. URL: https://jwt.io/introduction
23. Scikit-learn User Guide. URL: https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html
24. WebSocket API Documentation. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Тема 1.1. Концепції енергетичного менеджменту та СЕМ України

Лекція 1 Вивчення фундаментальних принципів енергетичного менеджменту, структури та функцій Системи енергетичного менеджменту України. Аналіз ролі інформаційних технологій у сучасному енергетичному секторі, огляд основних учасників енергетичного ринку України та їх взаємодії. Розгляд концепції Smart Grid та її впровадження в українських умовах.

Тема 1.2. Архітектурні принципи програмних систем в енергетиці

Лекція 2 Дослідження специфічних вимог до програмного забезпечення в енергетичній галузі, включаючи надійність, масштабованість та безпеку. Вивчення архітектурних патернів для енергетичних систем, принципів побудови відмовостійких систем та методів забезпечення високої доступності. Інтеграція з існуючими розподіленими базами даних в енергетиці.

РОЗДІЛ 2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ

Тема 2.1. Законодавство України в сфері енергетики

Лекція 3 Детальний аналіз ключових законодавчих актів України у сфері енергетики, включаючи Закон "Про ринок електричної енергії", "Про енергетичну ефективність" та підзаконні акти. Вивчення вимог до автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії, правил ведення балансів та

розрахунків на енергетичному ринку.

Тема 2.2. Міжнародні стандарти та директиви ЄС

Лекція 4 Огляд міжнародних стандартів ISO 50001, IEC 61970/61968, Common Information Model (CIM) та їх адаптація в українському законодавстві. Вивчення директив ЄС щодо енергоефективності та цифровізації енергетичної інфраструктури, вимог до кібербезпеки критичної енергетичної інфраструктури.

РОЗДІЛ 3. АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕМ

Тема 3.1. Компоненти та модулі СЕМ

Лекція 5 Детальне вивчення архітектури Системи енергетичного менеджменту, включаючи SCADA системи, системи диспетчерського управління, модулі прогнозування та планування. Аналіз взаємодії між компонентами, протоколів обміну даними та інтерфейсів інтеграції з зовнішніми системами.

Лекція 6 Поглиблене вивчення системи управління енергопостачанням (EMS), системи управління розподільними мережами (DMS) та їх програмної реалізації. Розгляд алгоритмів оптимального розподілу потужностей, управління перетоками та забезпечення стабільності енергосистеми засобами програмного забезпечення.

Тема 3.2. Мікросервісна архітектура в енергетичних системах

Лекція 7 Принципи проектування мікросервісних архітектур для енергетичних застосувань, паттерни розгортання та оркестрації сервісів. Вивчення специфіки контейнеризації енергетичних додатків, управління конфігураціями та секретами, моніторингу та логування в розподілених енергетичних системах.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ

Тема 4.1. IoT та сенсорні мережі в енергетиці

Лекція 8 Архітектура Internet of Things для енергетичних застосувань, протоколи передачі даних від лічильників та сенсорів. Вивчення технологій Edge Computing для попередньої обробки даних на місці їх генерації, алгоритмів компресії та фільтрації енергетичних даних перед передачею до центральних систем.

Тема 4.2. Обробка великих обсягів енергетичних даних

Лекція 9 Методи роботи з Big Data в енергетичній галузі, включаючи Apache Kafka для потокової обробки телеметрії, системи розподіленого зберігання часових рядів та NoSQL бази даних. Вивчення алгоритмів виявлення аномалій у споживанні енергії та методів очищення зашумлених даних від вимірювальних приладів.

РОЗДІЛ 5. АНАЛІТИКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ

Тема 5.1. Прогнозування в енергетичних системах

Лекція 10 Машинне навчання для прогнозування споживання електроенергії, генерації відновлюваних джерел енергії та цін на енергетичному ринку. Реалізація нейронних мереж для короткострокового та довгострокового прогнозування, методи оцінки точності прогнозних моделей та їх калібрування під умови українського енергоринку.

Лекція 11 Алгоритми оптимізації роботи енергетичних систем, включаючи лінійне та нелінійне програмування для розв'язання задач економічного диспетчування. Вивчення генетичних алгоритмів та методів роєвої оптимізації для планування режимів енергосистем, реалізація алгоритмів оптимального розміщення компенсуючих пристроїв.

Тема 5.2. Системи підтримки прийняття рішень

Лекція 12 Проектування систем бізнес-аналітики для енергетичної галузі, створення інтерактивних дашбордів та звітів для різних категорій користувачів. Впровадження систем раннього попередження про критичні події, алгоритмів автоматичного реагування на аварійні ситуації та

інтеграції з системами диспетчерського управління.
РОЗДІЛ 6. ІНТЕГРАЦІЯ ТА РОЗГОРТАННЯ
Тема 6.1. API та інтеграційні рішення
Лекція 13 Розробка RESTful та GraphQL API для енергетичних систем, забезпечення безпеки API через OAuth 2.0 та JWT токени. Вивчення Enterprise Service Bus архітектури для інтеграції різнорідних енергетичних систем, реалізація адаптерів для протоколів IEC 60870-5-104, DNP3 та Modbus.
Тема 6.2. Хмарні технології та DevOps
Лекція 14 Міграція енергетичних систем у хмарну інфраструктуру з урахуванням вимог безпеки та суверенітету даних. Впровадження CI/CD пайплайнів для енергетичного ПЗ, Infrastructure as Code для керування хмарною інфраструктурою енергетичних систем, стратегії резервного копіювання та відновлення критичних енергетичних даних.
Тема 6.3. Безпека та кібербезпека енергетичних систем
Лекція 15 Комплексний підхід до забезпечення кібербезпеки енергетичної інфраструктури, включаючи аудит безпеки, управління інцидентами та відповідь на кібератаки. Реалізація систем виявлення вторгнень специфічно для енергетичних протоколів, шифрування даних у спокої та під час передачі, управління ключами шифрування для критичної енергетичної інфраструктури.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота 1. Створення архітектури та бази даних системи	2 год.
Лабораторна робота 2. Розробка сервісу збору даних	2 год.
Лабораторна робота 3. Додавання аналітики та прогнозування	2 год.
Лабораторна робота 4. Створення API та системи автентифікації	2 год.
Лабораторна робота 5. Розробка веб-інтерфейсу	2 год.
Лабораторна робота 6. Реалізувати фінальну інтеграцію та безпеку	2 год.
Модульна контрольна робота	2 год.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента складає 106 години та передбачає:
підготовку до аудиторних занять – 72 год.,
підготовку до МКР – 4 год.,
підготовку до заліку – 30 год.
Під час самостійної роботи студент має:
Проаналізувати досвід впровадження технологій Digital Twin у європейських енергетичних компаніях та оцінити можливості їх адаптації для потреб НЕК "Укренерго".
Дослідити особливості імплементації Третього енергетичного пакету ЄС в українському законодавстві та вплив цих змін на вимоги до інформаційних систем енергетичних компаній.
Вивчити архітектурні рішення платформи OpenEMS (Open Energy Management System) та можливості її інтеграції з українською енергетичною інфраструктурою.
Проаналізувати переваги та недоліки протоколів MQTT та LoRaWAN для передачі даних від розумних лічильників в умовах української енергетичної інфраструктури.
Дослідити алгоритми оптимізації для розв'язання задач економічного диспетчування в енергосистемах та оцінити перспективи їх практичного впровадження.
Вивчити принципи роботи блокчейн-технологій у сфері енергетики (energy trading, peer-to-peer energy transactions) та перспективи їх впровадження в українських умовах з урахуванням регуляторних обмежень.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування лекцій та лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється.
- При захисті лабораторних робіт студент має продемонструвати розроблений програмний код та результати його виконання на тестах, як заздалегідь підготованих, так і запропонованих викладачем. У випадку дистанційної форми навчання захист відбувається на відповідній конференції шляхом демонстрації екрана.
- Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code.
- Норми етичної поведінки Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code.

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

1. <u>Поточний контроль</u> (виконання робіт в семестрі) оцінюється у 50 балів. Розподіл балів наведено в таблиці:

Види робіт	**Бали**
Лабораторна робота 1. Створення архітектури та бази даних системи	7
Лабораторна робота 2. Розробка сервісу збору даних	7
Лабораторна робота 3. Додавання аналітики та прогнозування	10
Лабораторна робота 4. Створення API та системи автентифікації	7
Лабораторна робота 5. Розробка веб-інтерфейсу	7
Лабораторна робота 6. Реалізувати фінальну інтеграцію та безпеку	7
Модульна контрольна робота	5
Всього	50

Критерії оцінювання заходів поточного контролю:
- 90–100% від максимуму – повне виконання, коректний код, вичерпні відповіді
- 70–89% – виконано з незначними недоліками
- 50–69% – виконано з помилками та неточностями
- 10–49% – часткове виконання, суттєві помилки
- 0% – не виконано або не захищено

За несвоєчасне подання лабораторної роботи (після встановленого терміну) нараховується штраф у розмірі 20% від отриманої оцінки.
Модульна контрольна робота оцінюється у 5 балів і проводиться у формі тесту з 10 питань по 0,5 бала кожне. Відповідь на кожне питання оцінюється як правильна (0,5 бала) або неправильна (0 балів). За несвоєчасне виконання МКР нараховується штраф у розмірі 20% від отриманої оцінки.

2. <u>Календарний контроль</u> проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу:

Критерій	**Перший календарний контроль**	**Другий календарний контроль**
Термін календарного контролю	Тиждень 6-7	Тиждень 12-13
Умови отримання позитивної оцінки	≥ 12 бали	≥ 23 балів

3. <u>Умови допуску до екзамену</u>: відсутність заборгованостей з лабораторних робіт 1 - 5 та стартовий

рейтинг не менше 30 балів.

4. <u>Семестровий контроль</u> – екзамен

<u>Екзаменаційний рейтинг</u> (відповідь на екзамені) оцінюється в 50 балів. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Ваговий бал кожного теоретичного питання – 15 балів, завдання – 20 балів.

Теоретична частина оцінюється таким чином:

- правильна чітко викладена, повна відповідь – (не менше 90% потрібної інформації) – 13-15 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 11-12 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичне завдання оцінюється таким чином:

- повне, безпомилкове розв'язування завдання – 18-20 балів;
- повне, розв'язування завдання із несуттєвими невідповідностями – 15-17-балів;
- завдання виконане з певними недоліками – 12-14 балів;
- завдання не виконано – 0 балів.

5. <u>Рейтингова оцінка за освітній компонент</u> розраховується як сума балів стартового та екзаменаційного рейтингів (50 + 50 = 100 балів) і визначається згідно з таблицею переведення рейтингових балів у оцінку 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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором каф. ЦТЕ, д.т.н., проф. Сліпченко Володимиром Георгійовичем, асистентом каф. ЦТЕ Рудиком Володимиром Івановичем

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 22 від 17.06.2026)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 26.06.26)