



# 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                                    | Заочна                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Рік підготовки, семестр                           | 1 курс, 2 семестр                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Обсяг дисципліни                                  | 5 кредитів (150 годин) 10 лек. 6 лаб. 134 СРС                                                                                                                                                                                                                                         |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | Екзамен, МКР                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Розклад занять                                    | <a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a>                                                                                                                                                                                                                       |
| Мова викладання                                   | Українська                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | Лектор: д.т.н., проф. Сліпченко Володимир Георгійович,<br><a href="mailto:ddpolytechnic2016@gmail.com">ddpolytechnic2016@gmail.com</a><br>Лабораторні: д.т.н., проф. Сліпченко Володимир Георгійович,<br><a href="mailto:ddpolytechnic2016@gmail.com">ddpolytechnic2016@gmail.com</a> |
| Розміщення курсу                                  | Засоби Classroom та e-mail.                                                                                                                                                                                                                                                           |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення 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 проектування, 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:

- проектування 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](https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html)
24. WebSocket API Documentation. URL: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets\\_API](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API)

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

#### *Лекційні заняття*

##### Лекція 1. Концепції енергетичного менеджменту та СЕМ України

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. Дослідження специфічних вимог до програмного забезпечення в енергетичній галузі, включаючи надійність, масштабованість та безпеку.

##### Лекція 2. Законодавство України в сфері енергетики

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. Огляд міжнародних стандартів ISO 50001, IEC 61970/61968, Common Information Model (CIM) та їх адаптація в українському законодавстві.

### Лекція 3. Архітектура та компоненти СЕМ

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. 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.

### Лекція 4. Машинне навчання та прогнозування в енергетичних системах

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. Алгоритми оптимізації роботи енергетичних систем, включаючи лінійне та нелінійне програмування для розв'язання задач економічного диспетчування. Вивчення генетичних алгоритмів та методів росої оптимізації для планування режимів енергосистем.

### Лекція 5. Проведення модульного контрольної роботи

#### **Лабораторні заняття**

|                                                                                                |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Лабораторна робота 1. Створення базової архітектури проекту та модуля збору енергетичних даних | 2 год. |
| Лабораторна робота 2. Розробка REST API та додавання базової аналітики                         | 2 год. |
| Лабораторна робота 3. Створення користувацького інтерфейсу та фінальна інтеграція системи      | 2 год. |

### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента складає 134 години та передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 100 год.,

підготовку до МКР – 4 год.,

підготовку до екзамену – 30 год.

Під час самостійної роботи студент має:

Тема 1.1. Концепції енергетичного менеджменту та СЕМ України

Проаналізувати структуру та функції НЕК "Укренерго" як системного оператора та оцінити роль інформаційних технологій у забезпеченні балансування енергосистеми України

Дослідити досвід впровадження концепції Smart Grid у країнах ЄС та визначити пріоритетні напрямки цифровізації української енергетичної інфраструктури

Тема 1.2. Архітектурні принципи програмних систем в енергетиці

Вивчити технології Digital Twin у енергетичних компаніях Німеччини та Данії, оцінити можливості їх адаптації для НЕК "Укренерго"

Проаналізувати архітектурні патерни відмовостійкості в критичних енергетичних системах та методи забезпечення 99.99% доступності

Тема 2.1. Законодавство України в сфері енергетики

Дослідити вимоги Кодексу системи передачі до автоматизованих систем комерційного обліку та їх відповідність міжнародним стандартам

Проаналізувати правила ринку "на добу наперед" та їх вплив на архітектуру програмних систем торгівлі електроенергією

## Тема 2.2. Міжнародні стандарти та директиви ЄС

Вивчити особливості імплементації Третього енергетичного пакету ЄС в українському законодавстві та вплив на вимоги до інформаційних систем енергетичних компаній

Дослідити директиву ЄС 2019/944 щодо цифровізації енергетичних мереж та оцінити готовність України до її впровадження

## Тема 3.1. Компоненти та модулі CEM

Проаналізувати архітектуру SCADA систем українських обленерго та оцінити можливості їх інтеграції з централізованою CEM

Вивчити протоколи обміну даними IEC 61970 CIM та їх застосування в системах диспетчерського управління енергосистемою України

## Тема 3.2. Мікросервісна архітектура в енергетичних системах

Дослідити архітектурні рішення платформи OpenEMS та можливості її інтеграції з українською енергетичною інфраструктурою

Проаналізувати переваги контейнеризації енергетичних додатків та стратегії оркестрації сервісів у Kubernetes для критичних енергетичних систем

## Тема 4.1. IoT та сенсорні мережі в енергетиці

Порівняти протоколи MQTT та LoRaWAN для передачі даних від розумних лічильників в умовах української енергетичної інфраструктури

Вивчити технології Edge Computing для попередньої обробки даних на підстанціях та оцінити їх ефективність для зменшення навантаження на центральні системи

## Тема 4.2. Обробка великих обсягів енергетичних даних

Дослідити застосування Apache Kafka для потокової обробки телеметрії в енергетичних системах та оцінити його масштабованість для потреб CEM України

Проаналізувати методи виявлення аномалій у споживанні електроенергії за допомогою машинного навчання та їх практичне впровадження у систему АСКОЕ

## Тема 5.1. Прогнозування в енергетичних системах

Вивчити застосування LSTM нейронних мереж для прогнозування генерації сонячних та вітрових електростанцій в умовах українського клімату

Дослідити методи калібрування прогнозних моделей споживання електроенергії під специфіку енергетичного балансу України

## Тема 5.2. Системи підтримки прийняття рішень

Проаналізувати застосування квантових алгоритмів оптимізації для розв'язання задач економічного диспетчування в енергосистемах та оцінити перспективи їх практичного впровадження

Вивчити системи раннього попередження про критичні події в енергосистемах Європи та можливості їх адаптації для потреб диспетчерських центрів України

## Тема 6.1. API та інтеграційні рішення

Дослідити стандарти безпеки OAuth 2.0 та OpenID Connect для енергетичних API та їх відповідність вимогам кібербезпеки критичної інфраструктури

Проаналізувати Enterprise Service Bus архітектури для інтеграції різномірних енергетичних систем та їх застосування в умовах децентралізованої структури українських енергокомпаній

## Тема 6.2. Хмарні технології та DevOps

Вивчити стратегії міграції критичних енергетичних систем у гібридні хмарні інфраструктури з урахуванням вимог суверенітету даних в Україні

Дослідити принципи Infrastructure as Code для керування енергетичною IT-інфраструктурою та оцінити переваги автоматизації розгортання для забезпечення відмовостійкості

## Тема 6.3. Безпека та кібербезпека енергетичних систем

Проаналізувати принципи роботи блокчейн-технологій у сфері енергетики (energy trading, peer-to-peer transactions) та перспективи їх впровадження в українських умовах з урахуванням регуляторних обмежень

Вивчити системи виявлення вторгнень для енергетичних протоколів IEC 61850 та Modbus, оцінити їх ефективність для захисту української критичної енергетичної інфраструктури

# 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 (PCO)

**1. Поточний контроль** (виконання робіт в семестрі) оцінюється у 50 балів. Розподіл балів наведено в таблиці:

| Види робіт                                                                                     | Бали |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Лабораторна робота 1. Створення базової архітектури проекту та модуля збору енергетичних даних | 15   |
| Лабораторна робота 2. Розробка REST API та додавання базової аналітики                         | 15   |
| Лабораторна робота 3. Створення користувацького інтерфейсу та фінальна інтеграція системи      | 15   |
| 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. Календарний контроль** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог syllabusу:

| 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. Умови допуску до екзамену:** відсутність заборгованостей з лабораторних робіт 1 - 5 та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

#### **4. Семестровий контроль** – екзамен

Екзаменаційний рейтинг (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. Рейтингова оцінка за освітній компонент** 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:

| <b>Кількість балів</b>    | <b>Оцінка</b> |
|---------------------------|---------------|
| 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

**Ухвалено** кафедрою ЦТЕ (протокол № 22 від 17.06.2026)

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