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

Кафедра інженерії програмного забезпечення в енергетиці (ІПЗЕ)

АНАЛІТИКА ОБРОБКИ ДАНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	**Другий (магістерський)**
Галузь знань	F Інформаційні технології
Спеціальність	F2 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Дистанційна, магістр професійний
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний
Обсяг дисципліни	5 кред/150 год.(лекцій 30 год., практ. 30 год., СРС 90 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, мкр
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська/Англійська/Німецька/Французька
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., Федорова Наталія Володимирівна, Natasha_f@ukr.net, telegram, viber, Zoom session Практичні: д.т.н., Федорова Наталія Володимирівна, Natasha_f@ukr.net, telegram, viber, Zoom session
Розміщення курсу	Кампус

Програма навчальної дисципліни

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

Метою дисципліни **“Аналітика обробки даних сенсорних мереж в енергетиці”** є набуття знань та практичних навичок використання сучасних методів та алгоритмів з аналітики обробки даних в сенсорних мереж.

Предметом дисципліни **“Аналітика обробки даних сенсорних мереж в енергетиці”** є серія підходів, інструментів і використання сучасних методів з аналітики обробки даних в сенсорних мереж.

Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

Загальні компетенції:

- здатність проводити дослідження на відповідному рівні (ЗК 3);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК 5).

Фахові компетентності:

- здатність розробляти, аналізувати та застосовувати специфікації, стандарти, правила і рекомендації в сфері інженерії програмного забезпечення (ФК-5).

- здатність проектувати та розробляти програмні системи з використанням методів інтелектуального аналізу даних (ФК-11);

- здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення для роботи в хмарі (ФК-14).

- вибирати адекватні методи машинного навчання, включаючи методи глибокого навчання, та використовувати їх для налаштування нейронних мереж для вирішення конкретних задач прогнозування, керування, класифікації та інтелектуального аналізу даних.

Згідно з вимогами ОПП/ОНП Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер- фізичних систем в енергетиці, студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання.

Програмні результати навчання:

- розробляти, аналізувати, обґрунтовувати та систематизувати вимоги до програмного забезпечення (ПРН 5);

- збирати, аналізувати, оцінювати необхідну для розв'язання наукових і прикладних задач інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела (ПРН 17);

- вміти проектувати та розробляти програмні системи з використанням методів інтелектуального аналізу даних (ПРН 19);

- вміти проектувати та розробляти програмне забезпечення для роботи в хмарі (ПРН 22).

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

Дисципліна складається з одного кредитного модуля.

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані за програмою попередніх років навчання за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення. Студенти мають досвід у імперативному, об'єктно-орієнтованому і функціональному програмуванні.

Викладений матеріал може бути інструментальною основою для підготовки магістерських дисертацій.

Міждисциплінарні зв'язки забезпечуються дисциплінами: «Оброблення надвеликих масивів даних» «Математичні методи моделювання систем з розподіленими параметрами», «Розробка застосунків Інтернету речей та сенсорних мереж в енергетиці».

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Аналітика IoT

Тема 1. Аналітика даних

Тема 1.1 Структуровані/неструктуровані дані

Тема 2. Машине навчання

Тема 2.1 Моделі машинного навчання. Порівняння методів

Тема 3. Аналітика великих даних

Тема 3.1 Інструменти і технології

Тема 3.2 Паралельна обробка даних

Тема 3.3 Розподілена аналітика

Тема 3.4 Мережева аналітика

Розділ 2. Безпека IoT-пристроїв

Тема 1 Кібербезпека IoT
Тема 2 Атаки на IoT
Тема 2.1 Фізична і апаратна безпека
Тема 2.2 Криптографія

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Timothy Chou. Precision: Principles, Practices and Solutions for the Internet of Things, 2020
2. Perry Lea. Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security
3. David Hanes. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things
4. Andy King. Programming the Internet of Things: An Introduction to Building Integrated, Device-to-Cloud IoT Solutions
5. Gary Smart. Practical Python Programming for IoT: Build advanced IoT projects using a Raspberry Pi 4, MQTT, RESTful APIs, WebSockets, and Python 3
6. Neil Wilkins. Internet of Things: What You Need to Know About IoT, Big Data, Predictive Analytics, Artificial Intelligence, Machine Learning, Cybersecurity, Business Intelligence, Augmented Reality and Our Future
7. Colin Dow. Internet of Things Programming Projects: Build modern IoT solutions with the Raspberry Pi 3 and Python
8. Fotios ChantzisPractical IoT Hacking: The Definitive Guide to Attacking the Internet of Things
9. Scott J. Shackelford. The Internet of Things: What Everyone Needs to Know

Додаткова література

10. Samuel Greengard. The Internet of Things (MIT Press Essential Knowledge series)
11. Andy King. Programming the Internet of Things: An Introduction to Building Integrated, Device-to-Cloud IoT Solutions
12. Valentina E. Balas. Internet of Things and Big Data Applications: Recent Advances and Challenges (Intelligent Systems Reference Library)
13. Chuan-Kun Wu. Internet of Things Security: Architectures and Security Measures (Advances in Computer Science and Technology)
14. Claire Rowland. Designing Connected Products: UX for the Consumer Internet of Things
15. Andrew Minteer. Analytics for the Internet of Things (IoT): Intelligent analytics for your intelligent devices

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Поняття Інтернету речей (IoT)
2	Екосистема IoT
3	Архітектура IoT. Порівняння
4	Модель IoT. Рівні моделі.
5	Стандартизація моделі IoT
6	Аналітика даних

7	Структуровані/неструктуровані дані
8	Машине навчання
9	Моделі машинного навчання. Порівняння методів
10	Аналітика великих даних
11	Інструменти і технології
12	Паралельна обробка даних
13	Розподілена аналітика
14	Мережева аналітика
15	Кібербезпека IoT

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять полягають у набутті студентами практичних навичок з використання спеціалізованого програмного забезпечення аналітики обробки даних та реалізації алгоритмів машинного навчання

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість ауд. годин
1	**Практичне заняття №1. Архітектура IoT для систем в енергетиці.** Основні питання: ознайомлення з основними концепціями та архітектурними рішеннями на у царині IoT у просторі енергетики.	2
2	**Практичне заняття №2. Програмування сенсорів енергетичних величин.** Основні питання: реалізація бізнес-логіки в рамках сенсорів за допомогою написання прошивки з подальшим завантаженням її безпосередньо у сенсори та датчики	2
3	**Практичне заняття №3. Бездротова комунікація.** Основні питання: опис архітектури бездротової комунікації. Розгляд різних підходів, їх переваг та недоліків. Проєктування бездротової комунікації між різними пристроями.	2
4	**Практичне заняття №4. Мережеві з'єднання сенсорів лічильників електроенергії.** Основні питання: проєктування та реалізація бездротового з'єднання між мікроконтролером та лічильником електроенергії.	2
5	**Практичне заняття №5. Механізм Deep Learning для аналізування великих масивів даних від систем енергообліку.** Основні питання: розгляд концепції deep learning у вбудованих системах енергообігу. Проєктування pipeline для прогнозування майбутнього споживання на основі вхідного датасету.	2
6	**Практичне заняття №6. Елементи машинного навчання в тепловому насосі.** Основні питання: дослідження ключових параметрів теплового насосу з подальшим створенням прогнозу за допомогою методів машинного навчання.	2

7	**Практичне заняття №7. Системи моніторингу сенсорів в системах збору даних лічильників тепла.** Основні питання: розгляд основних завдань моніторингу. Опис основних метрик лічильників тепла. Встановлення та конфігурація Graphite.	2
8	**Практичне заняття №8. Системи моніторингу сенсорів в системах збору даних лічильників електроенергіїю.** Основні питання: інтеграція метрик лічильників електроенергії до вже впровадженого сховища метрик на основі Graphite.	2
9	**Практичне заняття №9. Системи управління сенсорами в системах збору даних лічильників тепла.** Основні питання: написання прошивки для сенсорів та датчиків теплопостачання. Розробка додатку для управління компонентами теплопостачання.	2
10	**Практичне заняття №10. Системи управління сенсорами в системах збору даних лічильників електроенергії.** Основні питання: розширення функціоналу уже розробленого додатку бізнес-логікою управління компонентами електропостачання.	2
11	**Практичне заняття №11. Обробка даних лічильників тепла.** Основні питання: розгляд проблем та рішень при обробці даних з лічильників тепла.	2
12	**Практичне заняття №12. Обробка даних лічильників електроенергії.** Основні питання: розгляд проблем та рішень при обробці даних з лічильників електроенергії.	2
13	**Практичне заняття №13. Аналітика отриманих даних теплового насосу.** Основні питання: огляд, встановлення та налаштування системи моніторингу Grafana. інтеграція сховища метрик Graphite з Grafana. Реалізація аналітичних дашбордів у Grafana для теплового насосу.	2
14	**Практичне заняття №14. Аналітика отриманих даних від сонячних панелей.** Основні питання: реалізація аналітичних дашбордів у Grafana для даних отриманих з сенсорів, що збирають інформацію від сонячних панелей.	2
15	**Практичне заняття №15. Кібербезпека IoT в магістральних лічильниках тепла та електроенергії.** Основні питання: розгляд проблем безпеки IoT систем у лічильниках електроенергії та тепла. Розгляд готових рішень для використання симетричних та асиметричних методів шифрування.	2

5. Самостійна робота студента/аспіранта

№	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання

з/п	на навчальну літературу
Тема 1 Машинне навчання	
1	Основи машинного навчання Теоретичні засади машинного навчання [9]. Кодування та підготовка даних Mllib. Масштабування та вибір характеристик. MLlib Model Training. Оцінка моделі машинного навчання [5].
2	Навчання з учителем (Supervised Learning). Метод стохастичного градієнта SG. Логістична регресія. Принцип максимуму правдоподібності і логарифмічна функція втрат. Метод стохастичного градієнта для логарифмічною функції втрат. Математичні основи методу опорних векторів. Завдання квадратичного програмування і двоїста задача. Побудова ядер для методу опорних векторів. Критерії якості класифікації: чутливість і специфічність, ROC-крива і AUC, точність і повнота, AUC-PR [6, 9, 13, 16].
3	Навчання без вчителя (Unsupervised Learning). Постановка завдання кластеризації. Постановка завдання Semisupervised Learning, приклади застосування. Алгоритм k-середніх і EM-алгоритм для поділу Гаусовскої суміші. Алгоритм Ланса-Вільямса та його окремі випадки. Алгоритм побудови дендрограми. Визначення числа кластерів. Сингулярний розклад в задачі зниження розмірності. Alternating Least Squares з використанням Spark [6, 9, 13, 14, 16].
Тема 2 Обробка даних	
4	Рекомендаційні системи. Завдання колаборативної фільтрації, транзакційні дані і матриця суб'єкти-об'єкти. Collaborative Filtering and Recommendation [5, 3, 9, 13].
5	Перспективні напрямки розвитку програмних застосунків і машинного навчання. Ризики, пов’язані з застосуванням надвеликих даних. Проблема конфіденційності. Датифікація. [11]
Тема 3 Безпека систем Інтернету речей	
6	Анатомія кібератак на IoT-пристроях
7	Фізична та апаратна безпека

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій» дискусія, експрес-конференція);

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять).

4) лекційні та лабораторні заняття відносяться до аудиторних занять. Відвідування аудиторних занять є обов’язковим;

5) правила поведінки на заняттях: активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв’язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;

6) правила захисту лабораторних робіт. На лабораторних заняттях студенти під керівництвом викладача вивчають методику експериментальних досліджень. На кожній лабораторній роботі студенти оформляють звіт у письмовому вигляді. До звіту заноситься перебіг досліду, його результати і даються пояснення отриманих результатів з урахуванням похибок експерименту.

7) індивідуальні завдання з дисципліни (реферати, розрахункової, графічні, тощо) видаються студентам в терміни, передбачені вищим навчальним закладом. Індивідуальні завдання виконуються студентом самостійно при консультуванні викладачем. Допускаються випадки виконання комплексної тематики кількома студентами.

8) правила призначення заохочувальних балів: своєчасне виконання та здача лабораторних, індивідуальних завдань, нестандартний підхід до вирішення певного завдання;

правила призначення штрафних балів: несвоєчасне виконання лабораторних та індивідуальних завдань, а також користування допоміжними засобами (наприклад, мобільний телефон, конспект лекцій) під час виконання контрольної роботи.

9) політика дедлайнів та перескладань: невчасно виконані та здані лабораторні роботи оцінюються нижчою оцінкою (-10-15% від загальної підсумкової оцінки).

10) політика щодо академічної доброчесності: письмові роботи можуть перевірятися на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 40%. Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені.

11) інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету:

● політика щодо відвідування: відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (підтверджених документально) дозволяється перескладання пропущених тем курсу.

● політика щодо виконання завдань: позитивно оцінюється відповідальність, старанність, креативність, фундаментальність.

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

1. Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою, з подальшим перерахуванням у 4-бальну.

2. Максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

3. Нарахування балів по окремих видах робіт:

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримав за:

- виконання практичних робіт;
- написання контрольної роботи (МКР).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1.Виконання практичних робіт

Оцінюються 15 робіт, передбачених робочою програмою. Максимальний ваговий бал rЛР =75

Сума вагових балів практичних робіт:

N л. р.	Назва практичної роботи	Максимальний ваговий бал
1	Програмування сенсорів енергетичних величин	5
2	Архітектура IoT для систем в енергетиці	5

3	Бездротова комунікація	5
4	Мережеві з'єднання сенсорів лічильників електроенергії	5
5	Механізм Deep Learning для аналізування великих масивів даних від систем енергообліку	5
6	Елементи машинного навчання в тепловому насосі	5
7	Системи моніторингу сенсорів в системах збору даних лічильників тепла	5
8	Системи моніторингу сенсорів в системах збору даних лічильників електроенергії	5
9	Системи управління сенсорами в системах збору даних лічильників тепла	5
10	Системи управління сенсорами в системах збору даних лічильників електроенергії	5
11	Обробка даних лічильників тепла	5
12	Обробка даних лічильників електроенергії	5
13	Аналітика отриманих даних теплового насосу	5
14	Аналітика отриманих даних від сонячних панелей	5
15	Кібербезпека IoT в магістральних лічильниках тепла та електроенергії	5
Разом		75

Оцінювання практичних робіт:

– якщо робота виконана невчасно знімається 10-15% від максимальної кількості балів (кількість процентів залежить від терміну запізнення);

– якщо робота виконана не самостійно та простежується не індивідуальне виконання то знімається 50% від максимальної кількості балів;

– якщо в програмі не витримані основні правила створення програмних продуктів (модульність, дружній інтерфейс, наявність коментарів та т.п.) знімається 5%.

2.Модульний контроль

На одному з лекційних занять проводиться модульна контрольна робота: Максимальний ваговий бал rМКР = 10.

Оцінювання модульної контрольної роботи виконується наступним чином:

– якщо на всі питання дані повні та чітко аргументовані відповіді, контрольна виконана охайно, з дотримання основних правил, то виставляється 9 - 10 балів;

– якщо методика виконання запропонованого завдання розроблена вірно, але допущені непринципові помилки у теоретичному описі або розрахунках, то виставляється 6 - 8 балів;

– від 3 до 5 балів нараховується, якщо методика виконання завдання розроблена в основному вірно, але допущені деякі з наступних помилок: помилки у представлені вихідних даних, не обгрунтовані теоретичні рішення, помилки у методиці розрахунків;

– нижче 3 балів нараховується, якщо завдання не виконане або допущені грубі помилки.

3. Екзамен

Екзамен відбувається у письмовій формі. Максимальна оцінка за залік складає rЕК = 15 балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання „зараховано” з першої проміжної атестації студент повинен мати не менше, ніж 12 балів (за умови, що за 8 тижнів згідно з календарним планом контрольних заходів студент повинен отримати 24 бали).

Для отримання „зараховано” з другої проміжної атестації студент повинен мати не менше, ніж 40 балів (за умови, що за 14 тижнів згідно з календарним планом контрольних заходів студент повинен отримати 77 балів).

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

R=75 +10+15 = 100 балів

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає 100 балів.

Умови допуску до іспиту: зарахування всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг r ≥ 40 балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно таблиці:

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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Методичні рекомендації

Для кращого засвоєння матеріалу дисципліни рекомендується використовувати на лекціях мультимедійні засоби навчання, які дозволяють інтенсифікувати навчальний процес, стимулювати розвиток мислення та уяви студентів, збільшувати обсяг навчального матеріалу для творчого засвоєння і використання його студентами, викликати зацікавленість та позитивне ставлення до навчання.

Методика побудована таким чином, що матеріал майже кожної лекції закріплюється виконанням завдання комп’ютерного практикуму. Завдання студенти отримують заздалегідь і на аудиторному занятті під керівництвом викладача виправляють помилки в разі їх наявності та відповідають на запитання щодо програмної реалізації та теоретичних засад роботи.

Якість самостійної роботи перевіряється на заняттях комп’ютерного практикуму.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): «Аналітика обробки даних сенсорних мереж в енергетиці»:

Складено професором кафедри ІПЗЕ, д.т.н., проф. Федоровою Наталією Володимирівною

Ухвалено кафедрою ІПЗЕ (протокол № 43 від 24.06.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету[1] (протокол № 9 від 26.06.2026 р.)

_____

[1]Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.