



ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, 5 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити / 120 год.: 36 лек. 18 лаб. 66 СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/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. Волков Олександр Володимирович, volkov1aleksander@gmail.com
Розміщення курсу	Засоби Classroom та e-mail.

Програма навчальної дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатності до застосування сучасних інформаційних технологій для проектування та розробки програмних продуктів, призначених для комп'ютерного моніторингу довкілля.

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

знання:

- державної системи моніторингу довкілля;
- різних видів моніторингу, підходів їх проведення;
- сучасних апаратно-програмних комплексів для проведення різних видів моніторингу довкілля
- затверджених державних методик для визначення впливу на довкілля та здоров'я населення викидів забруднюючих речовин;
- новітніх технологій у сфері проектування моніторингових систем.

вміння:

- роботи з екологічною інформацією, її обробка та аналіз;
- розробляти комп'ютерні системи для проведення моніторингу довкілля.

досвід:

- розробки проектів, застосовуючи сучасні засоби розробки, а саме, веб-технологіям, системи керування базами даних та геоінформаційних систем;
- визначення стану навколишнього середовища за державними методиками.

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

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 3 курсі підготовки бакалаврів. Структура викладання побудована таким чином, щоб вивчення дисципліни мало теоретичне та практичне спрямування.

Вивчення кредитного модуля базується на знаннях, що отриманні під час нормативної підготовки бакалавра за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», а саме «Алгоритмізація та програмування», «Веб-технології та веб-дизайн», «Системи баз даних», «Геоінформаційні системи» та набули певного досвіду у програмуванні.

Матеріал курсу є основою для виконання курсових робіт з дисциплін, де необхідно досліджувати стан навколишнього середовища. Матеріал курсу має бути основою для проведення дослідження екологічних процесів і систем в дипломних роботах бакалаврів та магістрів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи екологічного моніторингу

Тема 1.1. Державний екологічний моніторинг та нормативна база

Тема 1.2. Екологічна інформація в цифрову епоху

Розділ 2. Розробка MERN-системи екологічного моніторингу

Тема 2.1. Архітектура MERN стеку для екологічних систем

Тема 2.2. Модулі економічних та екологічних розрахунків

Тема 2.3. Інтеграція системи та тестування

Розділ 3. Технічні засоби та методи моніторингу

Тема 3.1. Моніторинг компонентів довкілля

Тема 3.2. Спеціальні види моніторингу

Розділ 4. Інформаційні системи моніторингу

Тема 4.1. Архітектура та автоматизація систем моніторингу

Тема 4.2. Міжнародний досвід та інновації

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Екологічний моніторинг: підручник / В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. 304 с.
2. Екологічний моніторинг: Огляд і аналіз інформаційних технологій в еколого-економічному моніторингу : навч. посіб. для студ. спец. 122 «Комп'ютерні науки» / В.Г. Сліпченко, Л.Г. Полягушко, Т.О. Мазанка, О.Є. Круш. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». 2021. 212 с.
3. Екологічний моніторинг : навч. посіб. / В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. 68 с.
4. Екологічний моніторинг: «Альтернативні джерела енергії» : навч. посіб. / В.Г. Сліпченко, О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. 368 с.
5. Наказ МОЗ від 13.04.2007 N 184 Про затвердження методичних рекомендацій «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0184282-07>
6. Наказ Мінприроди від 10.12.2008 N 639 Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09>
7. Постанова КМУ від 15.02.2002 N 175 Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-%D0%BF#Text>
8. Податковий кодекс України. Розділ VIII. Екологічний податок. URL: <https://tax.gov.ua/nk/rozdil-viii--ekologichniy-poda/>

Допоміжна

9. MDN web docs. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn>
10. Node.js. Документація. URL: <https://nodejs.org/uk/docs/>
11. Express web framework (Node.js/JavaScript). URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Server-side/Express_Nodejs
12. Екологічний моніторинг. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/>
13. Відкриті дані. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/vidkryti-dani/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розділ 1. Основи екологічного моніторингу

Тема 1.1. Державний екологічний моніторинг та нормативна база

Лекція 1. Вступ до екологічного моніторингу

Поняття, цілі та завдання екологічного моніторингу. Екологічні проблеми України в умовах війни. Роль цифрових технологій у сучасному моніторингу. Огляд курсу від теорії до MERN-системи.

Лекція 2. Державна система екологічного моніторингу

Організаційна структура державного моніторингу України. Функції міністерств та відомств.

Нормативно-правова база моніторингу. Потoki екологічної інформації та види спостережень.

Тема 1.2. Екологічна інформація в цифрову епоху

Лекція 3. Екологічна інформація та її цифровізація

Джерела та класифікація екологічної інформації. Форми представлення даних та право на доступ. Цифрові формати JSON, XML, CSV для веб-систем. API екологічних даних: SaveEcoBot, реєстри ДСНУ.

Розділ 2. Розробка MERN-системи екологічного моніторингу

Тема 2.1. Архітектура MERN стеку для екологічних систем

Лекція 4. MERN стек: теорія та архітектура

Огляд MERN технологій для екологічних систем. MongoDB для екологічних даних з геопросторовими характеристиками. Express.js для RESTful API та валідації. React.js для інтерактивних інтерфейсів. Node.js для серверних обчислень.

Лекція 5. Backend розробка: Express.js + MongoDB

Проектування схем MongoDB для станцій та вимірювань. Розробка RESTful API для екологічних даних. Middleware для валідації та обробки помилок. Інтеграція з зовнішніми API. Тестування та документування.

Лекція 6. Frontend розробка: React.js візуалізація

Архітектура React додатку для моніторингу. Переіснувані компоненти для екологічних даних. Responsive дизайн та оптимізація.

Тема 2.2. Модулі економічних та екологічних розрахунків

Лекція 7. Модулі економічних розрахунків

Модуль екологічного податку за Податковим кодексом. Алгоритми розрахунку за викиди, скиди, відходи. Модуль збитків від наднормативних викидів. Порівняння з ГДК/ГДВ та економічна оцінка.

Лекція 8. Модулі оцінки впливу на здоров'я та збитків від НС

Оцінка впливу забруднення на здоров'я за методиками EPA/BOOЗ. Розрахунок ризиків та економічної оцінки втрат. Модуль збитків від НС та військових дій. Оцінка відновної вартості природних ресурсів.

Тема 2.3. Інтеграція системи та тестування

Лекція 9. Інтеграція системи та модуль НС

Інтеграція всіх модулів MERN-системи. Автоматизація збору даних та розрахунків. Система сповіщень та аналітики. Тестування та оптимізація продуктивності. Розгортання системи.

Розділ 3. Технічні засоби та методи моніторингу

Тема 3.1. Моніторинг компонентів довкілля

Лекція 10. Моніторинг атмосферного повітря

Завдання моніторингу повітряного басейну та методологія спостережень. Вимоги до організації

контролю якості атмосфери. Програми спостереження та автоматизовані станції моніторингу. Оцінка ризику гострих та хронічних ефектів. Алгоритми розрахунку ризиків для програмної реалізації. Вразливі групи населення. Методологія розрахунку збитків від наднормативних викидів. Коефіцієнти та індекси для економічної оцінки. Автоматизація розрахунків у веб-системах та інтеграція з даними моніторингу.

Лекція 11. Моніторинг водних ресурсів

Система моніторингу забруднення водних об'єктів. Організація контролю якості поверхневих вод. Автоматизовані системи та дистанційні методи моніторингу. Вплив якості води на здоров'я населення. Оцінка ризиків від питної води та рекреаційного використання. Розрахунок збитків від наднормативних скидів.

Лекція 12. Моніторинг земель та ґрунтів

Ґрунтовий екологічний моніторинг: цілі та види. Методи аналізу забруднення ґрунтів. Вплив на здоров'я та ГІС для картування територій.

Тема 3.2. Спеціальні види моніторингу

Лекція 13. Моніторинг надзвичайних ситуацій

Класифікація НС та система моніторингу в Україні. Моніторинг екологічних наслідків військових дій. Оцінка збитків та відновних витрат природних ресурсів.

Лекція 14. Радіаційний моніторинг

Радіоекологічний моніторинг та радіаційна ситуація в Україні. Основні поняття радіоекології та методи дослідження. Джерела іонізуючого випромінювання. Особливості радіоактивного забруднення екосистем.

Лекція 15. Соціально-гігієнічний та генетичний моніторинг

Соціально-гігієнічний та генетичний моніторинг. Біологічний та кліматичний моніторинг довкілля. Використання біоіндикаторів та прогностичні моделі захворювань.

Розділ 4. Інформаційні системи моніторингу

Тема 4.1. Архітектура та автоматизація систем моніторингу

Лекція 16. Архітектура інформаційних систем екомоніторингу та автоматизація

Класифікація та архітектура систем моніторингу. Бази даних та веб-технології для екосистем. Інтернет речей та ШІ в екологічному моніторингу. Перспективи цифровізації.

Тема 4.2. Міжнародний досвід та інновації

Лекція 17. Світові системи екомоніторингу та кейс-стаді

European Environment Agency (EEA) - архітектура та відкриті API. EPA США система AirNow та реалтайм дані. Китайський національний моніторинг - досвід масштабування. Purple Air - краудсорсинг моніторингу повітря. OpenAQ - глобальна платформа якості повітря. Успішні та провальні проекти, адаптація досвіду для України.

Лекція 18. Машинне навчання та предиктивна аналітика в екомоніторингу

Алгоритми ML для прогнозування забруднення та виявлення аномалій. Аналіз часових рядів екологічних даних та тенденцій. Інтеграція TensorFlow.js у MERN стек для браузерного ML. Створення предиктивних моделей якості повітря та води. AI-асистенти для екологічного консалтингу. Computer vision для аналізу супутникових знімків забруднення.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Екологічне нормування.

Нормативні документи про доступ до екологічної інформації

Вплив якості атмосферного повітря на здоров'я населення

Вплив якості питної води на здоров'я населення

Вплив якості ґрунту на здоров'я населення

Методики розрахунку збитків від наслідків надзвичайних ситуацій

Оцінка радіаційного забруднення

Генетичний моніторинг. Прогностичні моделі визначення ймовірності розвитку захворювань

Біологічний моніторинг. Організація, мета і завдання та види біологічного моніторингу

Ознайомлення з такими системами: загальнодержавна автоматизована система «Відкрите довкілля», геоінформаційний портал дистанційного зондування Землі. VISTA DATA VISION, КС «MEPAS», RESRAD, AccessMod 5, AirQ+.

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 100 балів. Розподіл балів наведено в таблиці:

Види робіт	Бали
Завдання №1. Створення серверної частини з Express і MongoDB	30
Завдання №2. Розробка фронтенду на React для візуалізації даних	30
Завдання №3. MERN-система екологічного моніторингу з розрахунками впливу на довкілля	30
Модульна контрольна робота	10
Всього	100

Штрафні бали віднімаються за:

- неоптимальний алгоритм – 10% від максимальної кількості балів;
- неоптимальні структури представлення інформації – 10% від максимальної кількості балів;
- ненадану або невірну відповідь на запитання – 20% від максимальної кількості балів при захисті лабораторної роботи або 100% - на контрольній роботі.

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

Критерій	Перший календарний контроль	Другий календарний контроль
Термін календарного контролю	Тиждень 7-8	Тиждень 14-15
Умови отримання позитивної оцінки	≥ 24 бали	≥ 45 балів

3. Умови допуску до заліку: відсутність заборгованостей з лабораторних робіт 1 - 5.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі студентами, які виконали умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими студентами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді заліку.

4. Відповідь на заліку оцінюється у 100 балів. Залікова робота складається з одного теоретичного питання та одного практичного завдання. Ваговий бал теоретичного питання – 50 балів, завдання – 50 балів.

Теоретична частина оцінюється таким чином:

- правильна чітко викладена, повна відповідь – (не менше 90% потрібної інформації) – 45-50 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 38-44 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 30-37 балів;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Практичне завдання оцінюється таким чином:

- повне, безпомилкове розв'язування завдання – 45-50 балів;
- повне, розв'язування завдання із несуттєвими невідповідностями – 38-44 бали;
- завдання виконане з певними недоліками – 30-37 балів;
- завдання не виконано – 0 балів.

5. Рейтингова оцінка за освітній компонент за бажанням студента визначається одним з таких способів:

- 1) кількість балів, отриманих за поточний контроль, або
- 2) результат виконання залікової контрольної роботи (тоді не враховуються бали, отримані в семестрі).

Таблиця 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 професор каф. ЦТЕ, д.т.н., проф. Сліпченко Володимир Георгійович

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 22 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною радою НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 27.06.25)