

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Комп'ютерний моніторинг еко-енерго-економічних процесів і систем

Лабораторний практикум

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 30.03.2023 р.)
за поданням Вченої ради Навчально-наукового інституту
атомної та теплової енергетики
(протокол № 8 від 27.02.2023 р.)*

Рецензент *Ланде Д. В., д-р техн. наук, проф.,
завідувач кафедри інформаційної безпеки
НН ФТІ КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Відповідальний редактор *Шушур О. М., д-р техн. наук, доц.,
професор кафедри цифрових технологій в енергетиці
НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського*

К63 Комп'ютерний моніторинг еко-енерго-економічних процесів і систем : лаборатор. практикум для здобувачів ступеня магістра за освітньо-професійною програмою «Цифрові технології в енергетиці» спец. 122 «Комп'ютерні науки» / Уклад. : В. Г. Сліпченко, Л. Г. Полягушко, О. Є. Круш. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 52 с.

Розглянуто основні практичні питання, пов'язані з розробленням системи для збереження екологічної, енергетичної та економічної інформації, її візуалізації, проведення аналізу та прогнозування показників, а також алгоритми прийняття рішень. Показано, як на практиці застосовувати прикладне програмне забезпечення комп'ютерного моделювання та обробки даних, методи розподіленого моделювання складних об'єктів і систем, як виконувати інтелектуальні обчислення для оброблення великих даних, а також перевіряти отримані результати.

Для студентів, які навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» за освітньою програмою «Цифрові технології в енергетиці» й вивчають дисципліну «Комп'ютерний моніторинг еко-енерго-економічних процесів і систем».

УДК [502.175-047.36:620.9]:044(076.5)(075.8)

© В. Г. Сліпченко, Л. Г. Полягушко,
О. Є. Круш, 2023
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота № 1. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЕКСПЕРТІВ У ГАЛУЗІ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ТЕРИТОРІЇ.....	5
Лабораторна робота № 2. ФІЛЬТРАЦІЯ ТА СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НА ІНТЕРАКТИВНИХ КАРТАХ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ТЕРИТОРІЇ	14
Лабораторна робота № 3. ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКУ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА АНАЛІЗ СТАНУ ТЕРИТОРІЇ.....	21
Лабораторна робота № 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ	41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	49
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51

ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Комп'ютерний моніторинг еко-енерго-економічних процесів і систем» складено відповідно до освітньої програми освітньо-професійної програми «Цифрових технологій в енергетиці» другого рівня вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатності:

- здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області;
- здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

У результаті вивчення дисципліни студенти мають отримати:

ЗНАННЯ:

- сучасних математичних моделей, що описують екологічні, енергетичні та економічні процеси та системи;
- методів розробки програмного забезпечення для проведення моніторингу стану об'єкту;

УМІННЯ:

- застосовувати прикладне програмне забезпечення комп'ютерного моделювання та обробки даних, методи розподіленого моделювання складних об'єктів і систем, інтелектуальні обчислення для оброблення великих даних, проектувати та програмно реалізовувати методи комп'ютерної обробки великих за обсягом даних;
- проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

Завдання до лабораторних робіт розроблено на основі результатів наукової роботи по розробці системи комплексного еко-енерго-економічного моніторингу [1, 2] для ефективного прийняття управлінських рішень для забезпечення високої якості життя та здоров'я населення і сталого розвитку району, міста й області.

Лабораторна робота № 1.
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВОЇ
СИСТЕМИ ДЛЯ ЕКСПЕРТІВ У ГАЛУЗІ
КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ТЕРИТОРІЇ

Мета роботи: Отримати практичні навички по збору та класифікації інформації, а також по розробці спеціалізованих інформаційно-довідкових систем.

Завдання: Студенти мають обрати 10 об'єктів промисловості, відобразити на карті вибрані об'єкти, визначити який вплив вони справляють на оточуюче середовище, визначити, в яких підсистемах моніторингу вони приймають участь, зібрати інформацію по еко-енерго-економічним параметрам по кожному об'єкту, реалізувати відображення даних по об'єктам через взаємодію з інтерактивною картою.

Теоретичні відомості

У вересні 2015 році на Саміті ООН 193 держави-члени ООН, у тому числі Україна, ухвалили Порядок денний зі сталого розвитку на період до 2030 року. Цим порядком встановлено 17 Цілей Сталого Розвитку, кожна з яких протягом 2015-2016 року була проаналізована фахівцями в Україні та адаптована з урахуванням специфіки держави. У результаті була створена національна система завдань та показників сталого розвитку України, які відображено в національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна». Ця система містить 86 завдань та забезпечує міцну основу для подальшого комплексного моніторингу країни [3].

Для досягнення поставлених цілей сталого розвитку дуже важливо проводити своєчасний комплексний аналіз та моніторинг соціальних, екологічних та економічних показників [4].

В свою чергу, для комплексного аналізу території необхідно виявити наявні закономірності між рівнем забруднення, економічним станом території, станом енергетики та рівнем захворювань, адже основна мета екологічного дослідження полягає саме в тому, щоб захистити людей від наслідків їх діяльності, які викликають погіршення екологічної ситуації. Звичайно, такий аналіз передбачає наявність даних про цілий набір критеріїв – показників або маркерів екологічного стану.

Зазвичай екологічні показники збираються та аналізуються у межах окремих підсистем моніторингу, а саме:

- моніторинг якості повітря;
- моніторинг стану вод суші;
- моніторинг прибережних вод;
- моніторинг стану ґрунтів;
- моніторинг показників біологічного різноманіття;
- моніторинг радіаційного випромінювання.

Крім того, комплексний моніторинг проводиться і у напрямку економічних показників, серед яких можуть бути і рівень середньої заробітної плати і ВВП регіону. Також особливого значення набув моніторинг енергетичних показників, адже зниження енергоємності виробництва та підвищення енергоефективності будівель стали одними з пріоритетних напрямків розвитку країни.

Цілком зрозуміло, що кожна вищезазначена підсистема має свій власний набір показників еко-енерго-економічного стану території, а кожен показник має свій формат та набір складових. Показники діляться на вимірювальні та розраховані.

Розглянемо для прикладу приблизний набір різнотипних показників та їх складові, представлений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Набір показників для комплексного аналізу території

Показник	Складові показника
Стан повітря	Вимірювальні: вміст пилу, двоокис азоту (NO ₂), двоокис сірки (SO ₂), оксид вуглецю, формальдегід (H ₂ CO), свинець та бенз(а)пірен. Розраховані: індекс якості повітря
Стан водних ресурсів	Вимірювальні: показники епідемічної безпеки (мікробіологічні, паразитарні), санітарно-хімічні (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіаційні показники Розраховані: індекс забрудненості води
Стан ґрунтів	Вимірювальні: гумус, рухомі сполуки фосфору (P ₂ O ₅), рухомі сполуки калію (K ₂ O), засоленість, солонцюватість, забруднення хімічними речовинами, pH Розраховані: бал бонітету для складового ґрунту

Показник	Складові показника
Рівень радіації	Вимірювальні: Концентрація продуктів ядерного розпаду з коротким (89Sr, 95Zr, 99Mo, 103Ru, 131I, 133Xe) і середнім часом життя (90Sr, 85Kr, 106Ru, 110mAg, 137Cs, 134Cs, 124Sb, 125Sb, 154Eu, 99Tc, 129I, 135Cs, 236U, 238,239,240Pu, 241Am, 243Cm). (⁵⁴ Mn, ⁵⁷ Co, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ¹¹⁰ mAg), повітря і води (³ H, ¹⁴ C) Розраховані: ймовірність критичної події, ризики радіаційного впливу на довкілля та здоров'я населення
Відходи	Вимірювальні: Клас небезпеки, токсичність, склад (вміст речовин), маса або об'єм
Економічний стан	Вимірювальні (статистичні): Валовий внутрішній продукт, вантажообіг, пасажирообіг, експорт товарів та послуг, імпорт товарів та послуг, заробітна плата Розраховані: Індекс промислової продукції, Індекс обсягу сільськогосподарського виробництва, Індекс будівельної продукції, Індекс споживчих цін, Індекс цін виробників промислової продукції
Стан здоров'я населення	Вимірювальні (статистичні): медико-демографічні показники, показники захворюваності та поширення хвороб (хворобливості), інвалідності та інвалідизації, фізичного розвитку населення Розраховані: ризики захворювання, прогноз захворювання, прогноз тривалості життя
Енергетичний стан	Вимірювальні (статистичні): обсяги використання води, електроенергії, газу, теплової енергії за кожен місяць Розраховані: середні обсяги споживання за місяць та рік, енергоефективність будівлі або виробництва

Подані у таблиці показники є первинною інформацією, яка є основою для проведення комплексного моніторингу території.

Джерелами інформації про стан навколишнього природного середовища (екологічна інформація) є:

- дані моніторингу довкілля;
- кадастрів природних ресурсів;
- реєстри, автоматизовані бази даних;
- архіви, а також довідки, що видаються уповноваженими на те органами державної влади, органами місцевого самоврядування, громадськими організаціями, окремими посадовими особами [5].

Джерелами інформації економічний стан та стан здоров'я населення є відкриті спеціалізовані статистичні бази даних. А для енергомоніторингу необхідні дані від підприємств і такої інформації наразі у вільному доступі немає.

Звичайно, не для кожного підприємства або іншого об'єкту людської діяльності, які входять до складу досліджуваного регіону, актуальними є всі зазначені у таблиці показники. Кожен об'єкт потрібно розглядати окремо та проводити збір первинної інформації як в повному обсязі, так і вибірково, лише по вибраним параметрам.

Розглянемо для прикладу декілька об'єктів, для яких можна провести інвентаризацію викидів (або збір інших еко-енерго-економічних показників) та паспортизацію самих об'єктів.

1. Станція для визначення рівня забруднення атмосферного повітря, розташована у місті Київ за адресою вулиця Жилянська, 30А.

Інформацію про неї будемо брати з сайту <https://www.saveecobot.com>.

На рисунку 1.1 зображено позначення даної станції та коротка інформація про неї.

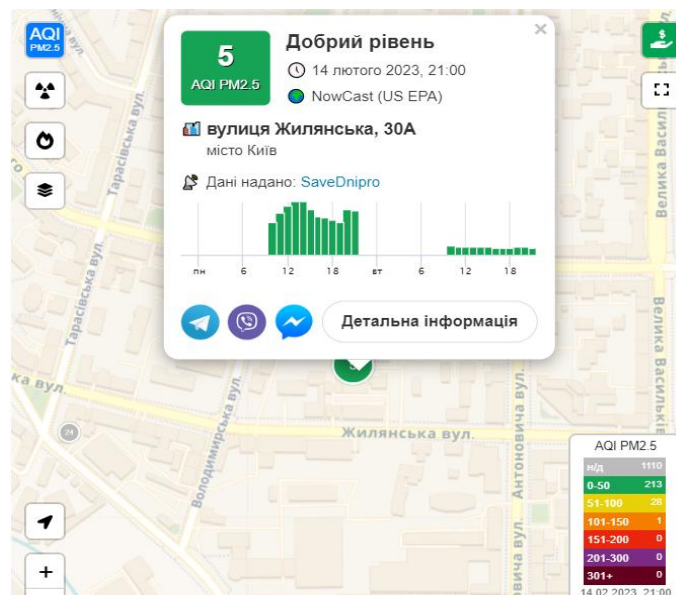


Рисунок 1.1. Станція для визначення рівня забруднення атмосферного повітря на карті www.saveecobot.com

До паспортних даних відноситься назва об'єкту (станція для визначення рівня забруднення атмосферного повітря), ідентифікація об'єкту (станція номер 3018), адреса (м. Київ, вулиця Жилянська, 30А), точні координати на карті для розміщенні відповідного інтерактивного маркера (50.43501, 30.51093).

Первинна інформація або вимірювальні параметри для даного об'єкту:

- PM2.5: 1.2 мкг/м³;
- PM10: 2.9 мкг/м³;
- Температура: 2.3 °С;
- Відносна вологість: 58.6 %;
- Атмосферний тиск: 1006.9 гПа;
- НЕСА – Температура: 2.91 °С;
- НЕСА – Відносна вологість: 58.02 %.

Значення цих параметрів є результатами замірів, які здійснюються через визначений інтервал відповідно до налаштувань станції. В нашому прикладі наведені реальні значення з сайту, але день вибрано випадковим чином, оскільки ця інформація не є статичною.

2. Станція для визначення рівня радіації, розташована у місті Києві за адресою вулиця Рейтарська, 39.

Дані надає офіційний сайт Європейської системи обміну радіологічними даними <https://remon.jrc.ec.europa.eu/>, а відображення здійснює сайт www.saveecobot.com.

До паспортних даних відноситься назва об'єкту (станція для визначення радіаційного фону), ідентифікація об'єкту (radiation-maps#14), адреса (м. Київ, вулиця Рейтарська, 39), точні координати на карті для розміщенні відповідного інтерактивного маркеру (50.45418, 30.50796).

На рисунку 1.2 зображено позначення даної станції та коротка інформація про неї.

Первинна інформація або вимірювальні параметри для даного об'єкту: γ-Радіація – 83 нЗв/год.

3. Бювет у місті Києві на перетині вулиць Вячеслава Липинського і Михайла Коцюбинського.

Інформацію про бювет будемо брати з офіційного сайту СВКП “Київводфонд” <https://kyivvodfond.com.ua/sanitarno-tehnichnyj-stan-byuветnyh-kompleksiv-svkp-kyuivvodfond>.

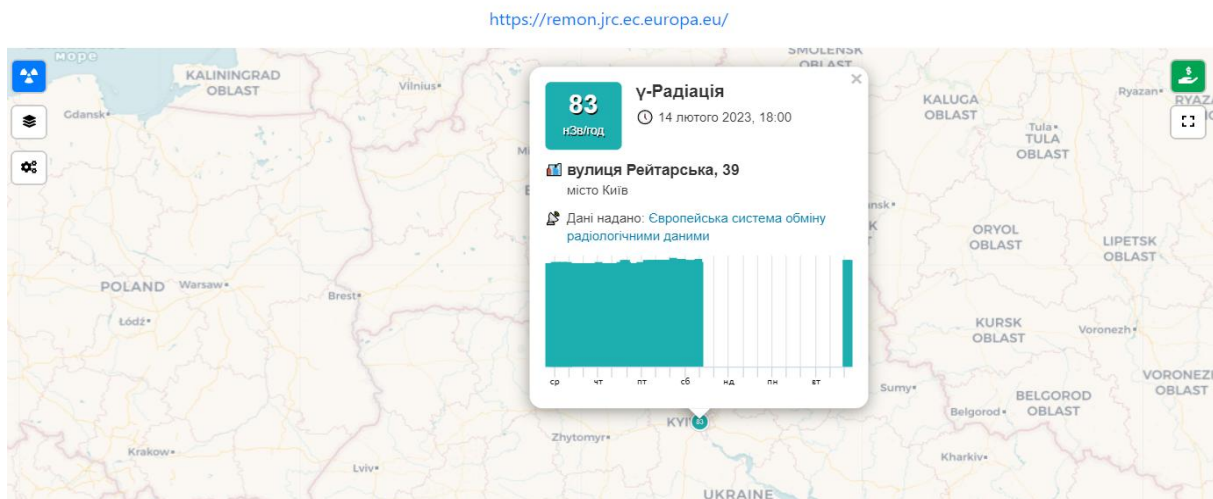


Рисунок 1.2. Станція для визначення радіаційного фону на карті www.saveecobot.com

До паспортних даних відноситься назва об'єкту (Бювет у місті Києві на перетині вулиць Вячеслава Липинського і Михайла Коцюбинського), ідентифікація об'єкту (офіційного ідентифікатору на сайті немає), адреса (м. Київ, перетин вулиць Вячеслава Липинського і Михайла Коцюбинського), власність (СВКП "Київводфонд"), статус (працює), опис скважини (є можливість підключення до генератора), точні координати на карті для розміщенні відповідного інтерактивного маркера (50.44663, 30.51364).

На рисунку 1.3 зображено позначення бювету та коротка інформація про нього.

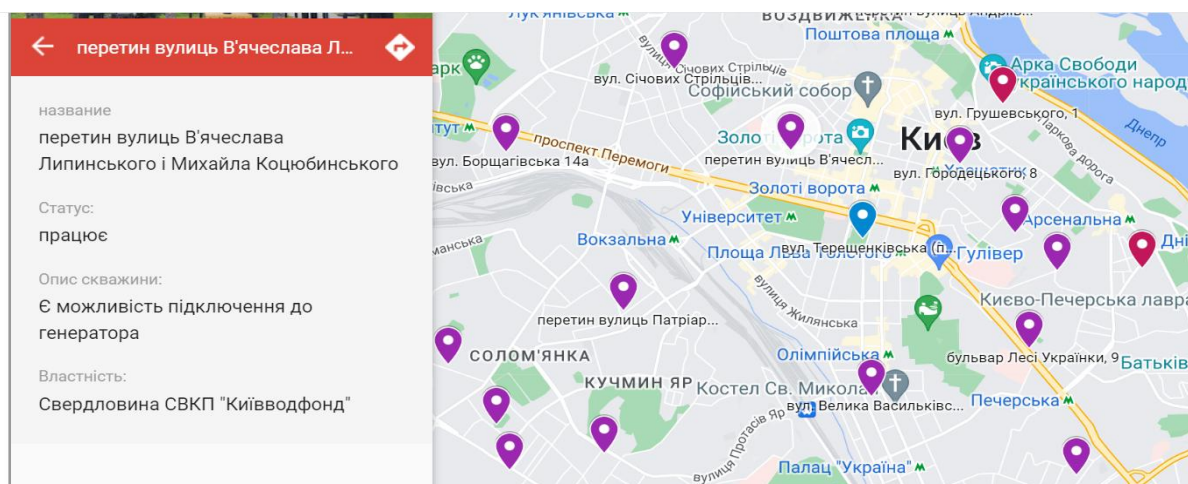


Рисунок 1.3. Бювет у місті Києві на перетині вулиць В'ячеслава Липинського і Михайла Коцюбинського

Первинна інформація або вимірювальні параметри для даного об'єкту:

- Каламутність, мг/дм³ – 0.10;
- Забарвленість, градуси = 1.48;
- Запах, бали при 20°C – 0;
- Запах, бали при 60°C – 0;
- Смак та присмак – 0;
- рН, водневий показник – 7.35;
- Загальна жорсткість, ммоль/дм³ – 25;
- Марганець, мг/дм³ – 0.009;
- Залізо загальне, мг/дм³ – 0;
- Амоній, мг/дм³ – 0.08;
- Сухий залишок – 353;
- Перманганатна окиснюваність – 1.35.

Набір зібраних даних може бути розширений, якщо використувати не одне, а декілька джерел інформації. Чим більше параметрів ми маємо, тим якісніше буде проведений моніторинг.

Наприклад, у будинку у місті Київ за адресою вулиця Жилянська, 30А, де розташована станція для визначення рівня забруднення атмосферного повітря, також знаходиться стоматологічна клініка «Q:Clinic» та 2 манікюрних салони. Ці об'єкти можна окремо дослідити за економічними та енергетичними параметрами, а зібрані дані можна аналізувати як окремо по підсистемам, так і у комплексі для визначення залежностей між підсистемами.

Отже, підведемо підсумок, комплексний еко-енерго-економічний моніторинг (КЕЕЕМ) базується на таких основних принципах:

1. Збір різномірної екологічної інформації з різних точок регіону.
2. Оброблення великих масивів даних різними експертами.
3. Одночасна робота різних експертів з екологічною інформацією та інформацією від інших експертів.
4. Відображення екологічної інформації на карті місцевості для наочності.

5. Дослідження екологічної інформації за допомогою різних видів математичного аналізу.

Послідовність виконання роботи

Попередня підготовка

1. Ознайомитися із джерелами екологічної інформації.
2. Обрати 10 різnorodних об'єктів, які відносяться до різних підсистем моніторингу.
3. Визначити набір показників, доступних для обраних об'єктів.

Хід роботи

1. Провести інвентаризацію та паспортизацію обраних об'єктів (мінімум 10 різних об'єктів). Для показників, значення яких неможливо отримати з вільних джерел інформації, необхідно згенерувати значення, використовуючи генератор випадкових чисел.
2. Передбачити функцію розміщення на карті маркерів, які відповідають об'єктам промисловості.
3. Внести до паспорту об'єкту значення показників, поданих у таблиці 1.1.
4. Розробити програму, яка дозволяє працювати з інформацією про об'єкти у вигляді набору інтерактивних тематичних карт.

Оформлення звіту

Звіт повинен містити: теоретичні відомості, паспорти обраних об'єктів з зібраною первинною інформацією, зображення об'єктів на карті; опис виконання відповідних пунктів ходу роботи; висновки.

Контрольні запитання до лабораторної роботи №1

1. Дайте визначення поняттю комплексного аналізу території.
2. З яких показників складається первинна інформація для моніторингу еко-енерго-економічних процесів та систем?
3. Як впливає на якість аналізу даних період, за який доступна інформація?
4. З яких підсистем складається моніторингу еко-енерго-економічних процесів та систем?
5. В якому вигляді може бути представлена первинна інформація, необхідна для проведення моніторингу еко-енерго-економічних процесів та систем?

Лабораторна робота № 2. ФІЛЬТРАЦІЯ ТА СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НА ІНТЕРАКТИВНИХ КАРТАХ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ТЕРИТОРІЇ

Мета роботи: Отримати практичні навички розробки інтерактивних карт для комплексного аналізу стану території.

Завдання: Студенти мають при відображенні об'єктів промисловості на карті додати елементи графічного аналізу у вигляді гістограм та графіків, які відображають зміну параметрів об'єктів у часі, на карти додати фільтрацію об'єктів по підсистемах моніторингу (фільтрація по тематичним шарам) та по показникам (для кожного шару свій набір показників).

Теоретичні відомості

В інтерактивній карті представляється картографічна інформація, зміст якої викладений пошарово з можливістю підключення до відображення різноманітних шарів тематичної інформації та редагування змісту. Ефективність використання інтерактивних карт досягається внаслідок гнучкої бази даних, яка може містити довідкову інформацію у вигляді текстових описів об'єктів, числових даних, фотографій, графіків, діаграм тощо.

Переваги використання інтерактивної карти:

- можливість комбінування тематичних шарів інтерактивної карти з метою виявлення причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей;
- можливість працювати з атрибутивними даними інтерактивної карти для виявлення важливих особливостей об'єктів і територій;
- можливість з легкістю читати інтерактивно-привабливі електронні карти, використовуючи аналіз просторових даних;
- можливість керувати доступом до картографічної інформації та спільно працювати з просторовими даними у мережі Інтернет;

- можливість здійснювати збір даних в польових умовах за допомогою мобільного пристрою (смартфона, планшета) в режимі реального часу.

Класичним прикладом інтерактивної карти є мапи на сайті saveecobot.com (див. рис. 2.1).

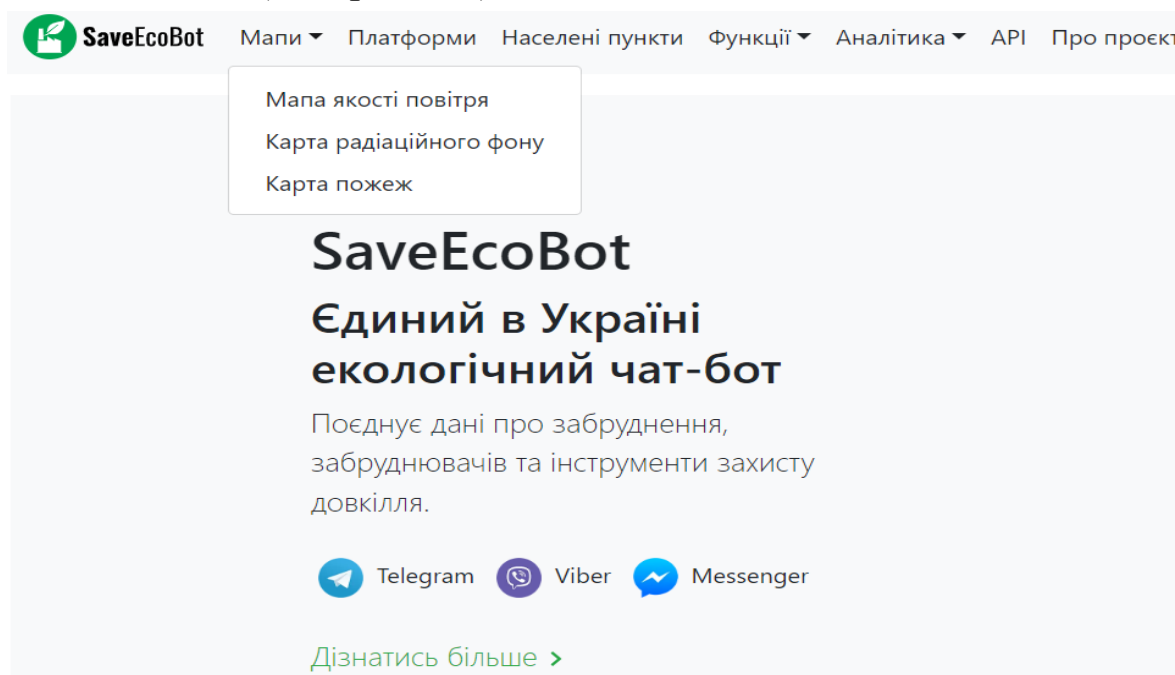


Рисунок 2.1. Головне вікно saveecobot.com

Карти SaveEcoBot надають можливість працювати з трьома тематичними шарами на одній карті, а також можливості по перегляду загальної інформації про об'єкт на карті та дивитись інформацію про екологічні показники у точці.

На рисунку 2.2 зображено один з варіантів подання інформації про об'єкт. У даному випадку обрано карту забруднення повітря і станцію для визначення рівня забруднення атмосферного повітря, яка знаходиться за адресою м. Київ вул. Йорданська 5.

Вікно для перегляду інформації відкривається при натисканні ЛКМ на точці. Дані про рівень забруднення представлені у вигляді числа, позначені кольором та текстовим повідомлення про стан повітря у точці заміру. Корисною особливістю стилю відображення даних є наявність графіку, який дозволяє побачити динаміку зміни значення якості повітря.

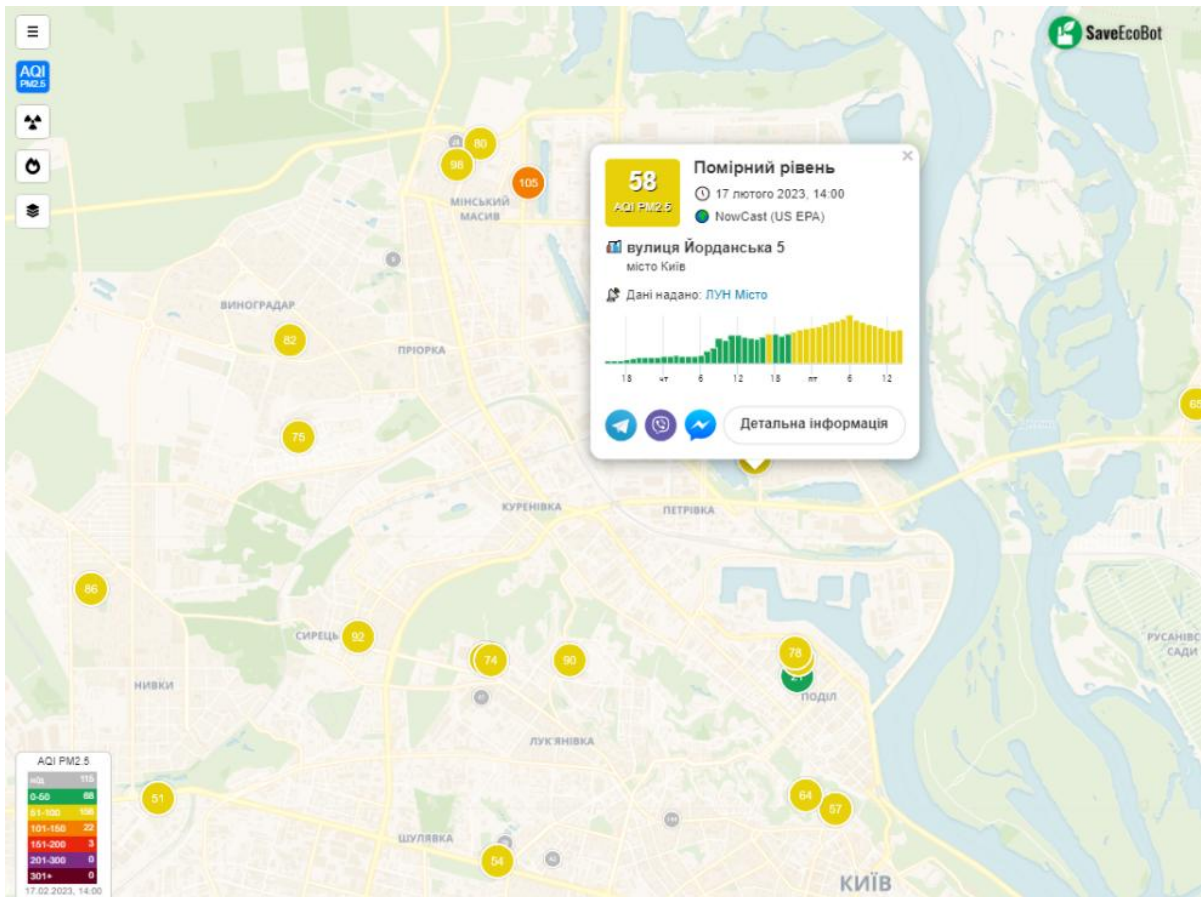


Рисунок 2.2. Перегляд екологічних параметрів обраного на карті об'єкту

Для перегляду інформації про інші параметри повітря у точці заміру можна натиснути на кнопку «Детальна інформація». Вікно для перегляду детальної інформації представлено на рисунку 2.3.

На карті SaveEcoBot в якості детальної інформації відображається:

- адреса станції для визначення рівня забруднення повітря;
- дата останнього оновлення даних;
- карта з позначенням об'єкту на карті;
- індекс якості повітря;
- наслідки для здоров'я;
- динаміка зміни індексу якості повітря за останні 48 годин у вигляді гістограми;
- первинні дані із зазначенням переліку забруднюючих речовин, вміст яких аналізує станція.

Рівень забруднення атмосферного повітря за адресою:
вулиця Йорданська 5
у місті Київ

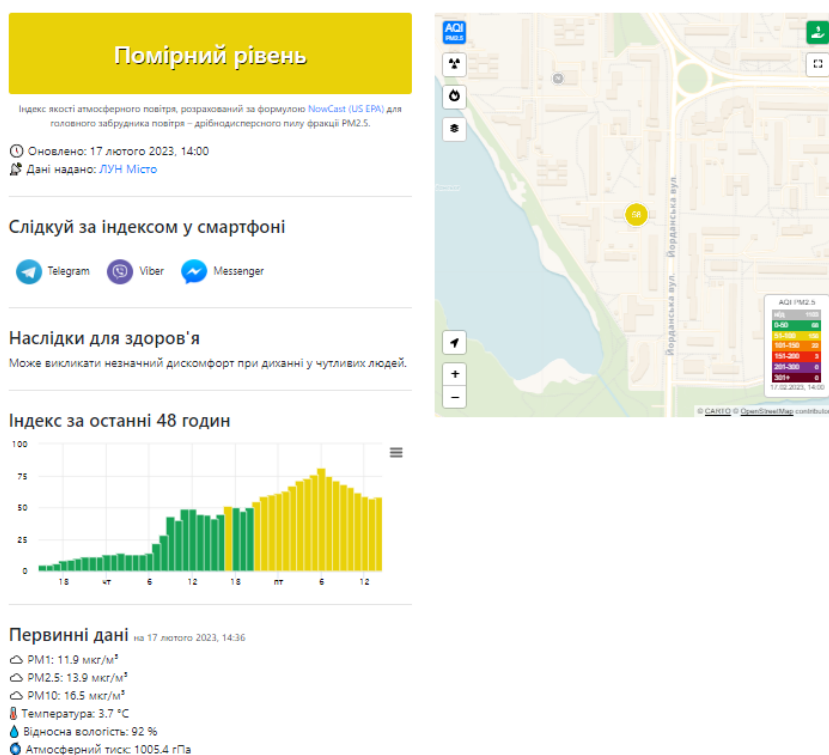


Рисунок 2.3. Перегляд детальної інформації по об'єкті

Для інтерактивних карт важливою функцією є фільтрація об'єктів на карті. Чим більше карта надає можливостей по фільтрації, тим більше у гнучкості при відображенні даних і тим простіше проводити аналіз за допомогою карти. На рисунку 2.4 зображено приклад фільтрації по індексу якості повітря та видами забруднюючих речовин.

Такий варіант фільтрації передбачає вибірку об'єктів в межах однієї тематичної карти.

Ще одним варіантом фільтрації є фільтрація за тематичними шарами. Вона відрізняється від фільтрації за параметрами тим, що ми маємо можливість відображати абсолютно різні показники на одній карті, а також накладати одні об'єкти поверх інших і аналізувати їх вплив один на одного. Тобто по суті або об'єднувати декілька тематичних карту у одну або дивитись кожну карту окремо.

На рисунку 2.5 зображено вікно карти SaveEcoBot з панеллю по переключенню між основними шарами: мапа якості повітря, карта ра-

діаційного фону, карта пожеж. Цифрою 1 позначено активний шар, а саме мапа якості повітря. Цифрою 2 позначено вікно включення/виключення додаткових шарів.

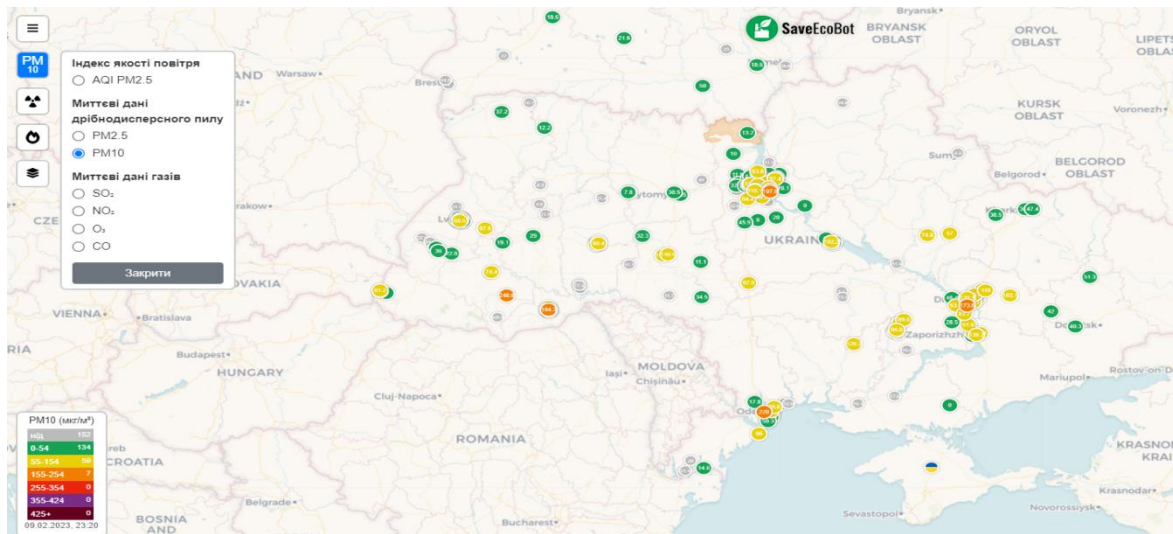


Рисунок 2.4. Фільтрація відображення об'єктів на карті за індексом якості повітря та забруднюючими речовинами

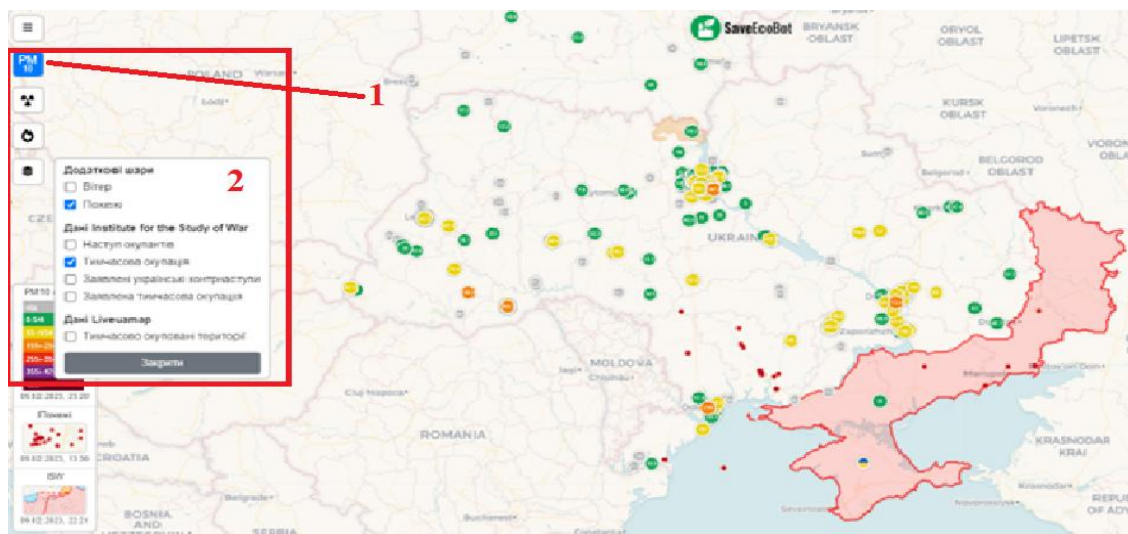


Рисунок 2.5. Фільтрація відображення об'єктів на карті за шарами

Послідовність виконання роботи

Попередня підготовка

1. Список об'єктів, для яких було проведено збір первинної інформації поділити по підсистемам, тобто по тематичним картам.
2. Для кожної тематичної карти визначити набір показників, за якими можна проводити фільтрацію в межах карти.

Хід роботи:

1. У програму, розроблену в межах лабораторної роботи № 1, додати можливості фільтрації (фільтрація по суті – це вибірка маркетів з бази даних за вибраними критеріями та відображення лише вибраних маркерів).
2. Фільтрацію передбачити за підсистемами (шарами) та показниками (забруднюючими речовинами або статистичними даними для економічних, енергетичних та санітарно-гігієнічних показників).
3. При перегляді даних про обраний об'єкт передбачити функцію побудови графіку по обраному забруднюючому елементу. Приклад вікна перегляду даних по елементам представлено на рисунку 2.6. Графіки будуються для кожного показника окремо у вигляді гістограм або графіків.

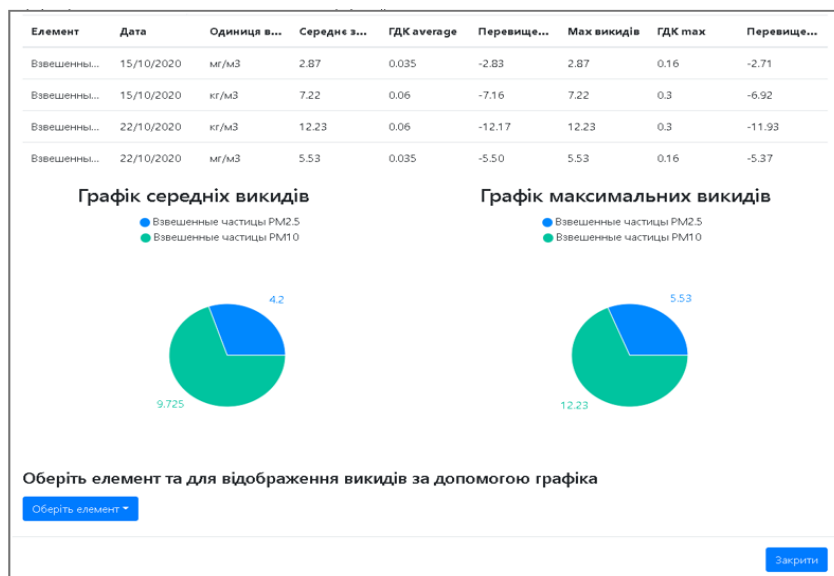


Рисунок 2.6. Відображення інформації про стан повітря у обраній точці

Оформлення звіту

Звіт повинен містити: теоретичні відомості; списки об'єктів, поділені по підсистемам, списки показників для фільтрації на картах, приклади створених тематичних карт; висновки.

Контрольні запитання до лабораторної роботи №2

1. Дайте визначення поняттю інтерактивної карти.
2. Які основні переваги інтерактивних тематичних карт?
3. Для чого на інтерактивних картах використовуються шари?
4. З яких шарів повинна складатись інтерактивна карта для моніторингу еко-енерго-економічних процесів та систем?

Лабораторна робота № 3.

ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКУ ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА АНАЛІЗ СТАНУ ТЕРИТОРІЇ

Мета роботи: Отримати практичні навички з обчислення інтегральних показників, які дозволяють оцінити стан території.

Завдання: Студенти мають провести розрахунки інтегральних показників по підсистемам, сформувані таблиці, які містять текстові та кольорові характеристики показників і додати ці позначення при відображенні параметрів об'єктів промисловості на карті.

Теоретичні відомості

Інтегральний показник забруднення повітря. У результаті взаємного перемішування викидів шкідливих речовин з багатьох джерел, які розміщені на території промислового міста, формується деякий рівень забруднення атмосферного повітря – фонове забруднення.

Фонове забруднення характеризується узагальнюючими інтегральними показниками вмісту шкідливих домішок по місту в цілому.

Існує кілька способів характеристики забруднення повітря по місту в цілому і для встановлення узагальнених показників забруднення. Один з них ґрунтується на розкладанні даних спостережень за концентраціями домішок на ортогональні природні складові. Другий пов'язаний з фіксацією одночасного формування відносно високих концентрацій домішок у повітрі на території даного міста і щоденних розрахунках їх повторюваності щодо загального числа спостережень протягом дня.

На практиці використовується ряд інтегральних показників забруднення атмосфери. Найбільш поширеними з них є середнє значення концентрації інгредієнта, що розраховується по динним вимірювань у конкретний термін (або за добу) у всіх точках міста, нормованих на середньосезонну концентрацію:

$$\tilde{q} = \frac{1}{N} \sum \frac{q_i}{\bar{q}_{CI}}, \quad (3.1)$$

де N - число контрольно-вимірювальних постів (КВП) в місті,

q_i - концентрація домішок на i -му КВП відповідно середньодобова і середньосезонна.

Якщо розрахунок здійснюється за даними, для яких вже отримані середньомісячні концентрації інгредієнтів, середньосезонна концентрація визначається як середнє з 3 середньомісячних концентрацій інгредієнтів на і-тому КВП конкретного сезону. Наприклад, для літа:

$$\bar{q}_{C1} = \frac{\bar{q}_{VN_1} + \bar{q}_{VN_1} + \bar{q}_{VNN_1}}{3}. \quad (3.2)$$

У залежності від значення параметра $\bar{q}$ розрізняють 4 класи фонових забруднень повітря. Характеристика класів забруднення приведена у таблиці 3.1 [4].

Таблиця 3.1. Характеристика класів фонових забруднень

Клас забруднення	Кількісне значення параметру	Якісна оцінка забруднення
1	$\bar{q} \geq 1,5$	Високе
2	$1,0 \leq \bar{q} < 1,5$	Підвищене
3	$0,6 \leq \bar{q} < 1,0$	Знижене
4	$0 \leq \bar{q} < 0,6$	Слабке

Інтегральна оцінка якості питної води. Відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року N 400, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за N 452/17747) вміст у питній воді шкідливих речовин, не зазначених у Санітарних нормах, не повинен перевищувати їх граничнодопустимих концентрацій (ГДК), визначених санітарними нормами для поверхневих вод.

За наявності у питній воді декількох речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, що належать до I та II класів небезпеки, сума відношення концентрацій ($C_1, C_2, \dots, C_n$) кожної із речовин до відповідної ГДК не повинна перевищувати одиницю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (3.3)$$

Оцінка забруднення ґрунтів важкими металами. Удосконалений метод визначення рівня забруднення ґрунтів хімічними речовинами представлений наступною формулою:

$$IS = \sum_{n1} 3 \times \frac{C_i^1}{C_{\phi i}^1} + \sum_{n2} 2 \frac{C_i^2}{C_{\phi i}^2} + \sum_{n3} \frac{C_i^3}{C_{\phi i}^3} \quad (3.4)$$

де IS – інтегральний показник забруднення ґрунтів важкими металами, безрозмірна величина;

C_i^1 – концентрація i -ої забруднюючої речовини в ґрунті 1 класу небезпеки, мг/кг;

$C_{\phi i}^1$ – фонові концентрації i -ої забруднюючої речовини в ґрунті 1 класу небезпеки, мг/кг;

$n1$ – кількість забруднюючих речовин в ґрунті 1 класу небезпеки;

C_i^2 – концентрація i -ої забруднюючої речовини в ґрунті 2 класу небезпеки, мг/кг;

$C_{\phi i}^2$ – фонові концентрації i -ої забруднюючої речовини в ґрунті 2 класу небезпеки, мг/кг;

$n2$ – кількість забруднюючих речовин в ґрунті 2 класу небезпеки;

C_i^3 – концентрація i -ої забруднюючої речовини в ґрунті 3 класу небезпеки, мг/кг;

$C_{\phi i}^3$ – фонові концентрації i -ої забруднюючої речовини в ґрунті 3 класу небезпеки, мг/кг;

$n3$ – кількість забруднюючих речовин в ґрунті 3 класу небезпеки.

Для кожної забруднюючої речовини за формулою розраховується поелементний індекс забруднення ґрунтів (ІНМ), що дозволяє їх рангувати з метою визначення рівня небезпеки [7].

Таблиця 3.2. Характеристика забруднення ґрунтів хімічними речовинами

Інтегральний показник забруднення ґрунтів хімічними речовинами (IS)	Клас небезпеки	Стан ґрунтів
< 5	1	Дуже добрий
5,1 – 10	2	Добрий
10,1 – 15	3	Задовільний
15,1 – 20	4	Поганий
> 20	5	Дуже поганий

Рівень радіації оцінюється відповідно до концентрації продуктів ядерного розпаду з коротким і середнім часом життя.

Допустимі показники радіаційного фону:

- 0,1 - 0,2 мкЗв / ч - звичайний рівень радіаційного фону, якому кожен з нас піддається щодня;
- до 0,3 мкЗв / ч - нормальний радіаційний фон;
- 0,3 - 1,2 - мкЗв / ч - підвищений радіаційний фон;
- понад 1,2 - мкЗв / ч - небезпечний радіаційний фон.

Методика оцінки радіаційних ризиків на основі даних моніторингу радіаційного стану у районах розташування АЕС

Вважається, що потенційно всі радіонукліди, які потрапляють в навколишнє середовище можуть бути джерелами радіаційного ризику.

Аналіз радіаційного ризику є складовою частиною управління радіаційною безпекою на основі моніторингу радіаційного стану. Основні задачі аналізу радіаційного ризику полягають у представленні особам та фахівцям, що приймають рішення:

- об'єктивної інформації про рівні радіаційного ризику, зумовленого радіоактивним забрудненням навколишнього середовища;
- даними про найбільш важливі шляхи радіаційного опромінення;
- обґрунтованих рекомендацій про оптимізацію регламентів моніторингу радіаційного стану;
- обґрунтованих рекомендацій для оцінки прийнятності або необхідності зменшення радіаційного ризику;

Результати аналізу радіаційного ризику дозволяють виконувати ідентифікацію факторів радіаційного впливу, провести їх ранжування по рівнях радіаційного ризику, раціонально організувати моніторинг радіаційного стану у районі розташування радіаційних об'єктів та на радіаційно забрудненій території. Також забезпечити можливість оцінки наслідків радіаційних аварій та вибір найбільш ефективних мір по зменшенню їх негативного впливу на населення та навколишнє середовище, оптимізація захисних дій для забезпечення допустимого радіаційного ризику у районі розташування ядерних об'єктів.

Враховуються наступні шляхи радіаційного впливу:

- інгаляція (вдихання);

- вживання забрудненої води;
- вживання продуктів;
- пероральне вживання частинок ґрунту;
- зовнішнє опромінення від ґрунту.

Згідно принципу необхідності врахування багатьох шляхів радіаційного впливу розглядається кожен з цих шляхів та оцінюється його роль у формуванні радіаційного ризику.

Радіаційний ризик від вдихання радіонуклідів з атмосферного повітря вважається рівним сумі радіаційних ризиків від вдихання окремих радіонуклідів. Радіаційний ризик від вдихання окремого радіонукліда визначається як добуток коефіцієнта радіаційного ризику на об'ємну активність радіонукліда, що потрапляє з атмосферним повітрям за один рік.

Життєвий радіаційний ризик для техногенного опромінення протягом одного року від вдихання i -радіонукліда $R_{inh,i}$ визначається формулою 3.5:

$$R_{inh,i} = r_{inh,i} \cdot I_{inh} \cdot C_{air,i} = r_{inh,i} \cdot A_{inh,i}, \quad (3.5)$$

де $r_{inh,i}$ – коефіцієнт радіаційного ризику при вдиханні i -го радіонукліду, ризик/Бк.

I_{inh} – інтенсивність дихання, м3/рік;

$C_{air,i}$ – об'ємна активність i -го радіонукліда у атмосферному повітрі, Бк/м3;

$A_{inh,i}$ – річне потрапляння радіонукліда внаслідок інгаляції, Бк/рік.

Радіаційний ризик від вживання води, забрудненої декількома радіонуклідами, вважається рівним сумі радіаційних ризиків, отриманих окремими радіонуклідами. Радіаційний ризик від потрапляння з водою окремого радіонукліда визначається як добуток коефіцієнта радіаційного ризику на об'ємну активність радіонукліда, отриманого за один рік.

Життєвий радіаційний ризик для техногенного опромінення протягом одного року від вживання з водою i -го радіонукліда визна-

чається за формулою 3.6:

$$R_{water,i} = r_{water,i} \cdot I_{water} \cdot C_{water,i}, \quad (3.6)$$

де $r_{water,i}$ – коефіцієнт радіаційного ризику від перорального вживання води, забрудненої і-тим радіонуклідом, ризик/Бк;

I_{water} – річне пероральне вживання води, дм³/рік;

$C_{water,i}$ – об'ємна активність радіонукліда у воді, Бк/дм³.

Радіаційний ризик від вживання радіонуклідів з харчовими продуктами дорівнює сумі ризиків від вживання окремих радіонуклідів. Радіаційний ризик від потрапляння окремого радіонукліда визначається як добуток коефіцієнта радіаційного ризику на питому активність радіонукліда, що потрапив з харчовими продуктами за рік.

Життєвий радіаційний ризик від техногенного опромінення протягом року від вживання харчових продуктів $R_{ing,i}$, вирощених у зоні ядерних об'єктів чи радіоактивно забрудненої території, визначається по формулі 3.7:

$$R_{ing,i} = r_{ing,i} \cdot \sum C_{i,p} \cdot I_{food,p} \cdot B_p, \quad (3.7)$$

де $r_{ing,i}$ – коефіцієнт радіаційного ризику при вживанні і-го радіонукліда, ризик/Бк;

$C_{i,p}$ – питома активність і-го радіонукліда в р-м харчовому продукті, Бк/кг;

$I_{food,p}$ – річне вживання р-го харчового продукту, кг/рік;

B_p – коефіцієнт, що враховує втрати і-го радіонукліда при кулінарній обробці р-продукту.

У необхідних випадках при аналізі радіаційних ризиків враховується можливість перорального вживання частинок ґрунту. Опромінення від ненавмисного вживання ґрунту вище для дітей від 1 до 6 років та знижається з віком.

Радіаційний ризик від ненавмисного перорального вживання радіонуклідів з частинками ґрунту рівний сумі радіаційних ризиків від

вживання окремих радіонуклідів. Радіаційний ризик від потрапляння з частинками ґрунту окремого радіонукліда визначається як добуток коефіцієнта на питому активність радіонукліда, що потрапив за рік.

Життєвий радіаційний ризик від ненавмисного перорального вживання частинок ґрунту протягом року $R_{soil,i}$, забруднених i -м радіонуклідом, визначається за формулою 3.8:

$$R_{soil,i} = r_{soil,i} \cdot I_{soil,i} \cdot T \cdot C_{soil,i}, \quad (3.8)$$

де $r_{soil,i}$ – коефіцієнт радіаційного ризику від вживання забруднених частинок ґрунту,

$I_{soil,i}$ – швидкість поглинання ґрунту (приблизно 0.12 г/доба),

T – тривалість опромінення по даному шляху (приблизно 365 діб)

$C_{soil,i}$ – питома активність i -го радіонукліда у ґрунті, Бк/г;

Радіаційний ризик від зовнішнього опромінення при забрудненні ґрунту радіонуклідами дорівнює сумі радіаційних ризиків від окремих радіонуклідів, наявних у ґрунті.

Життєвий радіаційний ризик для техногенного опромінення протягом року від зовнішнього опромінення $R_{ext,si}$, – обумовленого наявними у ґрунті i -м радіонуклідом, визначається по формулі 3.9:

$$R_{ext,si} = r_{ext,si} \cdot T_{stay} \cdot C_{soil,i}, \quad (3.9)$$

де $r_{ext,si}$ – коефіцієнт радіаційного ризику при забрудненні ґрунту i -м радіонуклідом;

T_{stay} – проміжок часу (у перерахунку на один рік), проведена на відкритій місцевості без екранування;

$C_{soil,i}$ – питома активність i -го радіонукліда в ґрунті, Бк/г.

Результати розрахунків сумарних радіаційних ризиків від окремих шляхів радіаційного опромінення населення оформляється у вигляді таблиці для подальшого аналізу (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3. Шаблон таблиці для розрахунку радіаційних ризиків

Шлях радіаційного впливу	Радіаційний ризик від впливу				Сумарний радіаційний ризик
	Радіону- кліда 1	Радіону- кліда 2	...	Радіону- кліда N	
Інгаляція					
Вода					
Продукти					
Пероральне вживання частинок ґрунту					
Зовнішнє опромінення від радіаційно забрудненого ґрунту					
Сумарний радіаційний вплив					

Результати оцінки та категоризації радіаційного ризику використовуються для порівняльної оцінки радіаційного впливу від радіаційного забруднення компонентів природного середовища на різних радіоактивно забруднених територіях, у різні проміжки часу, для порівняння ефективності природоохоронних заходів та ранжування різних технологічних впливів на населення по рівнях оцінених радіаційних ризиків, а також оптимізації регламентів моніторингу радіаційного стану.

Методика оцінки радіаційного ризику може бути використана для оптимізації регламентів моніторингу радіаційного стану.

Рекомендації по організації моніторингу радіаційного стану у залежності від рівня радіаційного ризику наведено у таблиці 3.4.

У випадку малих значень радіаційного ризику можна обмежитись по скринінговій спрощеній програмі.

При значеннях радіаційного ризику, що перевищують рівень мінімального, необхідне проведення моніторингу радіаційного стану на основі базисної програми для отримання достатньої інформації для пояснення рішення про необхідність оптимізації радіаційного ризику.

Таблиця 3.4. Категорії радіаційного ризику

Категорія ризику	Вимоги моніторингу радіаційного стану та захисних дій
Недопустимий (більше ніж $5 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$)	Моніторинг радіаційного стану у зоні обстеження ядерного об'єкта, на радіаційно зараженій території, а також на контрольній ділянці по спеціальній програмі. Необхідні захисні дії.
Необхідна оптимізація ризику (між 10^{-5} рік^{-1} і $5 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$)	Постійний автоматизований моніторинг радіаційного стану: потужності дози гама-випромінювання, деяких компонентів природного середовища, з можливістю сигналу тривоги; постійний відбір проб атмосферного повітря, атмосферних викидів і поверхневих вод з періодичними замірами питомої та об'ємної активності радіонуклідів у лабораторії; періодичний відбір проб ґрунту, відкладень на дні, біоіндикаторів з подальшими замірами питомих та об'ємних активностей радіонуклідів у пробах лабораторії. Захисні міри передбачені у мірі необхідності
Малий (між 10^{-6} рік^{-1} та $5 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$)	Періодичні відбори проб та виміри питомої й/або об'ємної активності радіонуклідів у компонентах природного середовища та харчових продуктах для підтвердження не перевищення заданого радіаційного ризику. Захисні міри не передбачені.
Можна знехтувати (менше ніж 10^{-6} рік^{-1})	У встановленому порядку джерело іонізуючого опромінення може бути виведений із-під регулярного контролю. Захисні міри не передбачені.

Загальний вигляд алгоритму зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1. Алгоритм розрахунку радіаційних ризиків

В окремих випадках, для районів з підвищеними рівнями радіаційного ризику, може бути необхідне проведення моніторингу радіаційного стану на основі найбільш детального радіоекологічного обстеження території, для уточнення значень та інтервалу змін

радіаційного ризику, з метою отримання достатньої інформації для прийняття рішень про проведення захисних мір для населення та навколишнього середовища [8, 9].

Інвентаризація відходів. властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення.

Зазвичай до відходів відносять:

- залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів тощо, які утворені в процесі виробництва продукції або виконання робіт і втратили цілком або частково вихідні споживчі властивості (відходи виробництва);
- розкриті й супутні гірничі породи, що видобуваються в процесі розроблення родовищ корисних копалин;
- залишкові продукти збагачення та інших видів первинної обробки сировини (шлам, пил, відсіви тощо);
- новоутворені речовини та їх суміші, утворені в термічних, хімічних та інших процесах і які не є метою даного виробництва (шлак, зола, кубові залишки, інші тверді та пастоподібні утворення, а також рідини та аерозолі);
- залишкові продукти сільгоспвиробництва (у т.ч. тваринництва), лісівництва й лісозаготівель;
- бракована, некондиційна продукція всіх видів економічної діяльності або продукція, що забруднена небезпечними речовинами й не придатна до використання;
- неідентифікована продукція, застосування (експлуатація) або вживання якої може спричинити непередбачені наслідки, у т.ч. мінеральні добрива, отрутохімікати, інші речовини;
- зіпсовані (пошкоджені) і неремонтоздатні чи відпрацьовані, фізично або морально зношені вироби та матеріали, які втратили свої споживчі властивості (відходи споживання);
- залишки продуктів харчування, побутових речей, пакувальних матеріалів тощо (побутові відходи);

– осади очисних промислових споруд, споруд комунальних та інших служб;

– залишки від медичного та ветеринарного обслуговування, медико-біологічної та хіміко-фармацевтичної промисловості, аптечної справи;

– залишкові продукти всіх інших видів діяльності підприємств, установ, організацій і населення;

– матеріальні об’єкти та субстанції, активність радіонуклідів або радіоактивне забруднення яких перевищує межі, встановлені чинними нормами, за умови, що використання цих об’єктів та субстанцій не передбачається (радіоактивні відходи).

Головна ознака відходів — це 1) втрата річчю споживчої якості і 2) необхідність позбутися такої речі *шляхом утилізації чи видалення*. Тобто мало отримати щось, що непридатне до планового використання, але якщо це можна якось використати на користь підприємства, скажімо продати чи використати у виробництві, то така річ уже не є відходами [10].

Відходи не мають розрахункових параметрів, а визначаються наявністю та класом безпеки. Для об’єктів на інтерактивних картах можна позначати відходи різними маркерами, також можна проводити аналіз та градацію за масою або об’ємом відходів.

Оцінка економічних показників здійснюється залежно від типу досліджуваного об’єкту. Так, для регіону це ВВП та індекс цін, а для підприємства його рентабельність. Оцінка здійснюється як порівняльний аналіз, а не як абсолютний індекс. Тобто, ми порівнюємо набір об’єктів та визначаємо границі (найкращий та найгірший показники), а потім розподіляємо об’єкти відповідно до їх положення відносно граничних значень.

Для наочності можна використовувати кольорове позначення об’єктів (зелене – найкращі показники, червоне – найгірші, а між ними можна додати ще від 1 до 3-х різних кольорів для визначення середніх показників).

На рисунку 3.2 представлено приклад тематичної карти економічного спрямування. Вона відображає інформацію про середній дохід по регіонам.

зичними і психічними захворюваннями, тобто це те, без чого суспільство не може створювати матеріальні і духовні цінності, це і є багатство суспільства» (Ю.П.Лісіцін).

Потенціал громадського здоров'я - міра кількості та якості здоров'я людей і його резервів, накопичених суспільством. Індекс громадського здоров'я - співвідношення здорового і нездорового способу життя населення. Експерти ВООЗ при виробленні стратегії «здоров'я для всіх у XXI столітті» вибрали такі показники громадського здоров'я: % ВВП, що йде на охорону здоров'я; доступність первинної медико-санітарної допомоги; забезпеченість населення безпечним водопостачанням; % Осіб, підданих імунізації від інфекційних хвороб; стан харчування дітей, зокрема, % дітей, що народилися з низькою масою тіла (<2,5 кг); рівень дитячої смертності та середньої тривалості життя; рівень грамотності дорослого населення; частка ВВП на душу населення.

У міжнародній практиці для опису громадського здоров'я традиційно використовують:

- комплекс демографічних показників: народжуваність, смертність (загальну, дитячу, перинатальну, немовлят, за віковом), середню тривалість майбутнього життя;

- показники захворюваності (загальної, за окремими віковими групами, для інфекційних, хронічних неспецифічних захворювань, окремих видів захворювань, захворюваності з тимчасовою втратою працездатності і т. д.);

- показники інвалідності (загальної, дитячої, повікової, з причин);

- рівень фізичного розвитку.

Здоров'я населення - здоров'я людей, що живуть на певній території. До методів вивчення здоров'я населення відносяться: медико-статистичний, соціологічний (анкетування, інтерв'ювання, посімейно комплексне обстеження), експертний, організованого експерименту.

Для оцінки стану здоров'я населення використовують три групи показників:

I. Медичні.

II. Соціального благополуччя - демографічна ситуація, показни-

ки факторів навколишнього середовища, спосіб життя, рівень медичної допомоги.

III. Психічного благополуччя - захворюваність психічними розладами, частота невротичних станів і психопатій та ін.

До медичними показниками здоров'я населення відносяться: медико-демографічні, захворюваності та поширення хвороб (хворобливості), інвалідності та інвалідизації, фізичного розвитку населення.

Медико-демографічні показники, в свою чергу, поділяються на показники природного руху населення: народжуваність, смертність, природний приріст населення, середню тривалість майбутнього життя, шлюбність, плодючість - і показники механічного руху населення (міграція населення): еміграцію, імміграцію.

Показники природного руху населення. Народжуваність і смертність населення обчислюється на основі реєстрації кожного випадку народження і смерті у відділах реєстрації актів громадянського стану (РАЦС). Народження і смерть реєструються на спеціальних бланках «Акт про народження», «Акт про смерть», які, в свою чергу, складаються на підставі «Довідки про народження» і «лікарське свідоцтво про смерть».

Показник (коефіцієнт) народжуваності - число народжень на рік, що доводяться на 1000 чол:

Показник народжуваності = $\text{число народжень на рік} / \text{кількість населення}$

Середній показник народжуваності - 20-30 дітей на 1000 чол.

Показник (коефіцієнт) загальної смертності - число померлих на рік на 1000 чол:

Показник загальної смертності = $\text{число померлих} / \text{кількість населення}$

Середній показник смертності 13 ... 16 померлих на 1000 чол. Якщо смертність в старечому віці є наслідком фізіологічного процесу старіння, то смертність дітей є явище патологічне.

Дитяча смертність є показником соціального неблагополуччя, неблагополуччя здоров'я населення.

Показник дитячої смертності = число померлих, яким було менше року/ $(2/3 \text{ дітей, народжених у цьому році} + 1/3 \text{ народжених у минулому році})$

Рівні дитячої смертності протягом 1-го року життя також нерівномірні: найбільш висока смертність припадає на 1-й місяць життя, а в 1-му місяці - на 1-й тиждень.

На показники дитячої смертності, як показали дослідження, впливають такі групи чинників: соціально-економічні та визначається ними спосіб життя, політика в галузі охорони здоров'я, охорона здоров'я жінок і дітей, специфічні методи боротьби з дитячою смертністю, наступні з її медико-соціальних причин.

Дитяча смертність є найважливішим показником здоров'я населення (смертність дітей у віці до 1 року, що розраховується на 1000 народжених живими протягом одного року). Вона визначає більшу половину дитячої смертності, впливає на всі демографічні показники. Низький показник малюкової смертності становить 5 ... 15 дітей на 1000 чол. населення, середній - 16 ... 30, високий - 30 ... 60 і більше [11].

Енергетичний менеджмент – це організаційний процес моніторингу, контролю та оптимізації постачання та використання енергії. Його метою є скорочення витрат на енергію, забезпечення достатнього постачання енергії і надання високоякісних енергетичних послуг таких, як опалення, гаряче водопостачання, освітлення або охолодження у зручний, безпечний та економічно вигідний спосіб з низькими викидами CO₂.

Будівля з близьким до нульового рівнем споживання енергії - будівля з рівнем енергетичної ефективності, що перевищує встановлені мінімальні вимоги, в якій для формування належних умов проживання та/або життєдіяльності людей використовується енергія із значною часткою енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії.

Економічно доцільний рівень - рівень енергетичної ефективності будівлі, за якого досягаються найнижчі витрати (у тому числі експлуатаційні та ліквідаційні витрати) протягом нормативних строків експлуатації будівлі (огороджувальних конструкцій, інженерних систем)

з урахуванням вкладених інвестицій та доходу від генерації енергії (за технічної можливості інженерної системи).

Енергетична ефективність будівлі - властивість будівлі, що характеризується кількістю енергії, необхідної для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі.

Енергетичний аудит будівель - систематизований процес оцінки ефективності споживання (використання) енергії будівлею або групою будівель у межах обсягу робіт, визначених замовником енергетичного аудиту будівлі, з метою визначення економічно обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі або групи будівель [12].

Енергетичний стан регіону або підприємства визначається середніми рівнями споживання енергоресурсів за місяць та рік, а також енергоефективністю будівель.

Основними енергоресурсами є:

- 1) Обсяги споживання електроенергії (кВт·год);
- 2) Обсяги виробництва електроенергії (кВт·год);
- 3) Обсяги виробництва теплової енергії на продаж (Гкал);
- 4) Обсяги споживання теплової енергії (Гкал);
- 5) Обсяги споживання газу (тис. м³);
- 6) Обсяги споживання води (тис. м³);
- 7) Обсяги споживання вугілля (тон);
- 8) Обсяги споживання мазуту (тон);
- 9) Обсяги споживання дизельного палива (тон);
- 10) Обсяги споживання бензину (тон);
- 11) Обсяги споживання мастильних матеріалів (тон)
- 12) Обсяги водовідведення (тис. м³)
- 13) Обсяги твердих побутових відходів (тис. м³ / тон).

Для обрахунку середньодобового за місяць споживання та середньорічного споживання необхідно поррахувати кількість днів роботи підприємства (структурної складової) для кожного місяця та за рік. Обрахунок здійснюється за формулами:

$$P = \frac{data_{m1}}{day_{m1}} \quad P = \frac{data_{m1}}{day_{m1}}, \quad (3.10)$$

day_{m1} – кількість днів роботи на місяць підприємства

$$P_{year} = \frac{\sum_i^n P}{n} \quad P_{year} = \frac{\sum_i^n P}{n}, \quad (3.11)$$

i – місяць, n – кількість місяців, рахуємо тільки не порожні місяці, тобто коли підприємство працювало

Для кожного місяця обсяги використаних ресурсів поділити на кількість відпрацьованих днів.

У результаті будемо мати таблицю як показано на рисунку 3.3.

Відділ № 1												
Споживання електроенергії, тис. кВт-год												
	Січень	Робочі дні	середньо добове	Лютий	Робочі дні	середньо добове	Березень	Робочі дні	середньо добове	Квітень	Робочі дні	середньо добове
2012	58542,1	18	3252,3389	58442,1	21	2782,957	28042,1	5	5608,42	18942,1	22	861,0045
2013	68974,2	18	3831,9	68974,3	21	2808,3	68274	15	4551,6	18374,2	22	835,1909
2014	42350	18	2352,7778	59841,9	21	2849,614	48550	20	2427,5	41850,8	22	1902,309
2015	32148,3	18	1786,0167	42350	21	2016,667	32748,3	18	1819,35	31048,2	22	1411,282
2016	48741,5	18	2707,8611	59741,5	21	2844,833	61235,4	15	4082,36			
2017	35408	18	1967,1111	35408	21	1686,095	34548,3	21	1645,157	41235,4	22	1874,336
2018	61235,4	18	3401,9687	60535,4	21	2882,638				61745,4	22	2806,609
2019	59841,9	10	5984,19	32148,3	21	1530,871	50841,9	20	2542,095	59841,9	22	2720,086
2020	48796,5	18	2710,9167	48796,5	21	2323,643				1250,5	22	56,84091
2021	25236,2	23	1097,2261	46256,2	21	2202,676	21236,2	21	1011,248	34236,2	22	1556,191

Рисунок 3.3. Зведена таблиця для розрахунку енергетичних показників

Користуючись отриманим набором даних необхідно:

- зазначити місяці, в яких мало місце максимальне та мінімальне споживання для кожного року;
- зазначити роки і місяці, коли не було значень, тобто були перерви в роботі, або не було даних (відсутня інформація);
- зазначити місяць і рік, в які було максимальне споживання;
- визначити нерівномірність впродовж року. Максимальне значення ділити на мінімальне значення. Для років коли не було роботи (відсутня інформація) ділити слід на найменше з відомих значень, при цьому слід зазначити, на який саме місяць ділимо.

Важливо також врахувати той факт, що обраховуючи мінімальне споживання ресурсу ми не враховуємо 0, тобто він не є мінімальним значенням.

Для визначення середньодобового значення по роках ми не враховуємо місяці, в яких не було споживання ресурсу. Тоді формула буде мати такий вигляд: *сума всіх ненульових середньодобових рівнів споживання поділена на кількість місяців, в які споживання було.*

Виходить, що якщо один місяць у році не було споживання ресурсів, то він не входить у середній показник за рік і суму по місяцям ми ділимо не на 12, а на 11 робочих місяців.

Для представленої вище таблиці будемо мати обраховані показники, значення яких можна побачити на рисунку 3.4.

сер за рік	мін		макс		коэф нерівномірності
	знач	місяць	знач	місяць	
2482,489501	765,37368	8	5608,42	3	7,327689
2704,690041	835,19091	4	4551,6	3	5,449772
2220,819067	1743,2091	11	2849,6143	2	1,634694
1551,207114	670,75	11	2016,6667	2	3,006585
2194,581655	267,02174	6	4082,36	3	15,28849
1747,425527	967,06316	8	2092,54	10	2,163809
2861,617045	1852,1619	7	3401,9667	1	1,836754
2589,822365	25,804762	7	5984,19	1	231,9025
719,448298	56,840909	4	2710,9167	1	47,69306
1706,090387	439,81905	9	2654,3059	3	6,034995

Рисунок 3.4. Значення розрахованих енергетичний показників

Розрахунки енергетичний показників для кожного ресурсу та відділу, для яких підприємство бажає провести енергетичний моніторинг.

Послідовність виконання роботи

Попередня підготовка

1. Для об'єктів, які досліджувались у попередніх лабораторних роботах вибрати методики розрахунків та провести розрахунки вручну.
2. Для кожного розрахованого параметру надати характеристику забруднення або визначити категорію за набором параметрів.

Хід роботи

1. Користуючись даними, зібраними у лабораторній роботі № 1 провести розрахунки інтегральних оцінок якості води, повітря, ґрунтів, радіаційного стану, економічного стану, стану здоров'я населення та енергетичного стану досліджуваних об'єктів. Розрахунки необхідно проводити лише для тих показників, які актуальні для вибраного об'єкту.

2. Для розрахованих інтегральних оцінок та показників передбачити функції оцінки стану території. Наприклад, для якості повітря, води та ґрунтів зазначати клас безпеки або рівень забруднення. У теоретичній частині зазначено способи аналізу для кожного показника.

3. Всі розраховані показники та їх аналітичні оцінки повинні бути доступні для перегляду через інтерфейс користувача. Приклад відображення аналітичної оцінки показано на рисунку 3.5, на якому можна побачити, що індекс якості (забруднення) повітря відображається у вигляді числа 45, число знаходиться у прямокутнику зеленого кольору, що означає допустимий рівень забруднення, а також містить текстове пояснення у вигляді фрази «Добрий рівень».

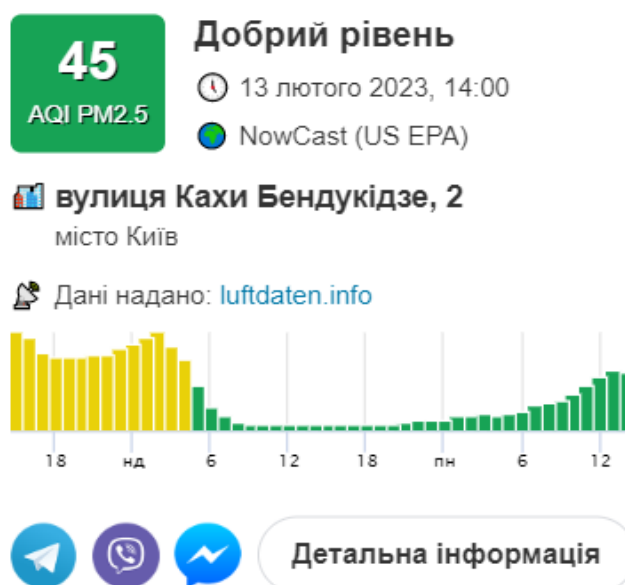


Рисунок 3.5. Відображення індексу якості повітря при перегляді інформації у точці заміру

Оформлення звіту

Звіт повинен містити: теоретичні відомості; розраховані параметри та висновки про стан об'єкту по кожній підсистемі комплексного моніторингу.

Контрольні запитання до лабораторної роботи №3

1. Що таке інтегральна оцінка забруднення повітря і як вона розраховується?
2. Що таке інтегральна оцінка забруднення питної води і як вона розраховується?
3. Опишіть особливості оцінки наявності небезпечних відходів?
4. Опишіть особливості оцінки економічних показників підприємства регіону.
5. Як оцінити стан здоров'я населення?
6. Як оцінити радіаційне забруднення?
7. Як оцінити енергетичний стан підприємства або регіону?

Лабораторна робота № 4.
РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ
ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Мета роботи: Отримати практичні навички по формуванню набору заходів, які направлені на покращення еко-енерго-економічного стану території або досліджуваного об'єкту.

Завдання: Студенти мають сформуувати по підсистемам моніторингу набори заходів, направлених на покращення стану досліджуваних об'єктів та території, на якій розташовані об'єкти, у цілому; для збереження набору заходів додати таблиці у базу даних; на основі сформованого набору заходів побудувати програму по покращенню стану території та кошторис витрат.

Теоретичні відомості

Сталий розвиток країни передбачає регулювання усіх сфер діяльності таким чином, аби економічний розвиток сприяв соціальному благополуччю населення, але при цьому не завдавалася шкода довкіллю, у таких масштабах, які б створювали загрозу існуванню майбутніх поколінь та обмежували їх доступ до природних ресурсів.

Заходи – це набір дій, направлених на ліквідацію наслідків або просто покращення екологічної ситуації. Кожен захід характеризується необхідним для виконання часом та розміром грошових витрат. Наприклад, експерт еколог може призначити такий захід «Провести утилізацію відходів у вказаному районі, які негативно впливають на екологічну ситуацію», а експерт медик може запропонувати «Провести інформаційну кампанію про заходи профілактики серцево-судинних захворювань» у регіоні з підвищеним ризиком хвороб серця.

З заходами пов'язане ще одне важливе поняття – ресурс.

Ресурс – це матеріальні речі, людські або грошові ресурси, необхідні для виконання заходу. Зазвичай, захід має набір ресурсів, а кожен ресурс має грошовий еквівалент. Наприклад, для заходу «Проведення очисних робіт у водоймищі» необхідно визначити скільки дезактивуєчого реагента потрібно використати та скільки людей

потрібно для реалізації цієї дії у визначений час. Як реагент так і людський ресурс мають свою вартість. Сума усіх грошових витрат, визначених набором ресурсів, складає вартість заходу.

Пріоритетним завданням адміністративних органів влади є формування стратегії розвитку регіону, яка складається з набору заходів, ресурсів та обсягів фінансування, необхідних на виконання поставлених цілей.

Проведення комплексного моніторингу передбачає і застосування комплексу заходів, які можна поділити на підсистеми, на які вони і націлені. Так, існують заходи для покращення якості атмосферного повітря, заходи по збереженню водних ресурсів або по підвищенню якості питної води тощо.

Атмосферне повітря є одним з тих компонентів довкілля, від стану якого залежить стан здоров'я людини. Від забруднення повітря страждають і всі живі істоти, які вимушені мігрувати в пошуках чистішого середовища існування, що викликає розбалансованість екосистем. Тому до заходів, які суспільство повинно впроваджувати на захист атмосферного повітря, можна віднести:

- мінімізацію та запобігання викидів шкідливих речовин в атмосферу шляхом застосування промисловими підприємствами екологічних фільтрів;
- перехід на експлуатацію екологічного транспорту та побутової техніки;
- контрольована утилізація сміття, особливо це стосується спалення побутових відходів;
- впровадження комплексних «зелених» альтернатив, які б були корисні не лише для повітря, а і для здоров'я людини (наприклад, мотивувати людей використовувати велосипеди, оскільки це корисно і для екології, і для самопочуття);
- розробка екологічно орієнтованого законодавства та програми.

На рисунку 4.1 представлено схематично основні категорії, на які можна поділити заходи з охорони атмосферного повітря [13].



Рисунок 4.1. Заходи з охорони атмосферного повітря

З іншого боку, основними стратегічними напрямками *екологічного розвитку міста* є:

- реконструкція водно-каналізаційного господарства;
- утилізація побутових і промислових відходів;
- розвиток громадського транспорту та велоруку;
- реконструкція дорожньо-транспортного господарства;

- комплексний благоустрій міста;
- екологічне виховання та освіта;
- екологічне управління містом;
- раціональне землекористування;
- придбання екологічно чистих товарів та отримання послуг.

До енергетичних заходів відносяться:

- забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, норм і правил та будівельних норм;
- стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;
- забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;
- створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення енергоефективних заходів;
- забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;
- розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та стратегії термомодернізації будівель;
- стимулювання до збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, зокрема шляхом нового будівництва та термомодернізації будівель [14].

У ТОП-10 найбільш дієвих способів поліпшити стан ґрунтів та збільшити їхню родючість входить:

- зміна погляду на ґрунт.
- оптимізація обробітку ґрунту.
- планування сівозмін.
- застосування сидератів та багаторічних трав.
- застосування біологічних препаратів для захисту рослин.
- внесення гноєвих компостів.
- відновлення полезахисних лісосмуг.
- використання сільськогосподарських угідь згідно технологічних груп земель залежно від крутизни схилів.

- робота з ґрунтами в комплексі.
- робота з рослинними рештками.

До заходів з охорони водних ресурсів відносяться:

- запровадження інтегрованого управління водними ресурсами,
- прискорення переходу до управління водокористуванням за басейним принципом;
- поліпшення екологічного стану річок та підземних вод України, якості питної води.

Для поліпшення екологічного стану річок потребують вирішення такі питання:

- будівництво очисних споруд для очищення зливових стоків і талих вод;
- забезпечення ефективної діяльності гідротехнічних споруд;
- впорядкування та розчищення русла річки;
- припинення несанкціонованого скидання каналізаційно-побутових стоків з прилеглої території приватної забудови та скидів зливових вод з території підприємств без очистки;
- контроль за дотриманням природоохоронного законодавства у водоохоронній зоні річки та впорядкування прибережної території та річкової заплави.

Заходи, направлені на зменшення кількості відходів:

- відмовитися від поліетиленових пакетів – екологічно та економічно;
- відмовитися від одноразових пляшок та посуду;
- сортувати сміття і віддавати на переробку.

На основі набору заходів формується кошторис витрат та план дій, направлений на покращення ситуації у регіоні.

У таблиці 4.1 подано приклад програми, розробленої керуючими органами влади для покращення показників ситуації у регіоні.

**Таблиця 4.1. Оперативні цілі, завдання та заходи
«Стратегії розвитку міста до 2021 року»**

№	Оперативні цілі, завдання та заходи Стратегії	Захід Програми 1, що відповідає заходу Стратегії	Обсяги фінансування, тис.грн		
			2019	2020	2021
1	Інтеграція екологічної та кліматичної складової в освітній простір міста	6.1.1. Проведення науково-технічних конференцій і семінарів, організація виставок та інших заходів щодо пропаганди охорони навколишнього природного середовища, видання поліграфічної продукції з екологічної тематики	300,00	400,0	300,00
2	Проведення інформаційних кампаній (в т.ч. соціальна реклама, телепередачі тощо)				
3	Збільшення площі зелених зон загального користування та озелених територій (в т.ч. за рахунок культивування зелених насаджень на придбаних територіях новобудов)	3.1.1. Заходи з озеленення міста	5000,0	5000,0	3000,0
4	Створення ефективної системи управління об'єктами природно-заповідного фонду (в т.ч. патронаж з боку наукових установ та громадських)	4.1.1. Розробка проектів землеустрою щодо відведення у постійне користування земельних ділянок об'єктів природно-заповідного фонду (парків та скверів) м. Києва	1000,0	1000,0	1000,0
5	Розробка та вжиття негайних заходів для забезпечення збереження найбільш визначних ландшафтних об'єктів				
6	Розвиток мережі територій та об'єктів природно-заповідного фонду (в т.ч. встановлення меж територій з особливими режимами використання)				
7	Поліпшення стану основних водних об'єктів м. Києва (річок, озер, каналів тощо), в т.ч. забезпечення жорсткого контролю за скидами забруднюючих речовин у водні об'єкти	1.1.1. – 1.1.22 Розчистка та благоустрій водних об'єктів, в тому числі на територіях парків та скверів	24000,0	24000,0	24503,7
Всього			30300,0	30400,0	28803,7

Таблиця 4.2 містить приклад ще однієї таблиці, яка формується на основі набору заходів.

Таблиця 4.2. Напрями діяльності, завдання, заходи та очікувані результативні показники

Напрями діяльності, завдання, заходи та очікувані результативні показники програми охорони довкілля на 2019–2021 роки							
№ з/п	Назва напрямку діяльності (пріоритетні завдання)	Перелік заходів програми	Строк виконання заходу	Виконавці	Джерела фінансування	Орієнтовні обсяги фінансування (вартість), тис.грн, у т.ч. за роками:	Очікувані результативні показники
1. Охорона і раціональне використання водних ресурсів							
1.	Охорона і раціональне використання водних ресурсів	1.1.1. Розчистка та ремонт споруд на озері Голубе (ставок Блакитний) в Подільському районі	2019	Управління екології та природних ресурсів виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації), комунальне підприємство виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) по охороні, утриманню та експлуатації земель водного фонду м. Києва «Плесо»	Бюджет м. Києва	803,7	конструкцій ставка Блакитний до належного технічного стану, поліпшення санітарного стану водойми та якості води
		1.1.2. Обстеження та розчистка русла р. Либідь у Солом'янському, Шевченківському та Голосіївському	2019-2021	Управління екології та природних ресурсів виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації), комунальне підприємство виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) по охороні, утриманню та експлуатації земель водного фонду м. Києва «Плесо»	Бюджет м. Києва		Недопущення затоплення прилеглих до р. Либідь територій, очищення оголовків водоперепускних споруд на річці та ліквідація заторів на ній. Збільшення пропускної спроможності водойми. Поліпшення санітарного та екологічного стану водойми

Послідовність виконання роботи

Попередня підготовка

1. Сформулювати набір заходів, які повинні сприяти розвитку регіону та покращенню показників по всіх підсистемах моніторингу.
2. На основі сформованого набору побудувати програму розвитку регіону, кошторис витрат та очікувані результати.

Хід роботи

1. Додати до розробленої у лабораторній роботі № 1 бази даних таблицю з переліком можливих заходів, направлених на покращення еко-енерго-економічного стану території або досліджуваного об'єкту. Заходи можна класифікувати за цільовим призначення або сферою застосування. Для заходів необхідно додати законодавчі документи, які регулюють правила впровадження заходу.
2. Передбачити функцію формування набору заходів для обраного об'єкту та для регіону в цілому. Формування проводить експерт, а не комп'ютер. Застосування елементів штучного інтелекту є допустимим, але не обов'язковим.
3. На основі сформованого набору заходів друкувати звіти та кошториси витрат на їх впровадження у форматах doc та xls.

Оформлення звіту

Звіт повинен містити: теоретичні відомості; сформований набір заходів по підсистемах, таблиці з планом дій та кошторис витрат; скріншоти програми, які демонструють алгоритм формування програми розвитку регіону; висновки.

Контрольні запитання до лабораторної роботи №4

1. Дайте визначення поняттю заходу, що направлений на покращення еко-енерго-економічного стану території або досліджуваного об'єкту.
2. З яких категорій складаються природоохоронні заходи?
3. Як формується кошторис витрат на застосування природоохоронних заходів?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сліпченко В.Г., Полягушко Л.Г., Круш О.Є. Система комплексного еко-енерго-економічного моніторингу для оптимізації управлінських рішень (області, району та міста). ВІСНИК СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені Володимира Даля. 4(268), 2021. С. 13-20. DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-13-20>.

2. Slipchenko V., Poliahushko L., Krush O. Developing an automated system for collecting various information in the system of complex eco-energy-economic monitoring. Technology Audit and Production Reserves. 2022. № 3/2 (65), P. 11–18. DOI – <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.259069> (Index Copernicus).

3. Резолюція генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» (2015).

4. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна», Міністерство економічного розвитку і торгівлі України (2017).

5. Цілі сталого розвитку та Україна. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/cili-stalogo-rozvitku-ta-ukrayina>

6. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни "Моніторинг довкілля" Чугай А. В., Юрасов С. М., Чернякова О. І., Грабко Н. В., Волков А. І. Одеса: ОДЕКУ, 2006. 139 с.

7. Рибалова О.В., Бригада О. В., Сарапіна М. В. Сучасні методи інтегральної оцінки забруднення ґрунтів хімічними речовинами // The 8 th International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science” (April 15-17, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. 999 p. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/>

8. Трофимчук А.А. Програмні засоби для визначення радіаційної ситуації та впливу на стан довкілля та здоров'я населення: магістерська дисертація: 122 комп'ютерні науки: Київ. 2021. 127 с.

9. Сліпченко В.Г, Полягушко Л.Г. Трофимчук А.А. Веб-система для визначення радіаційної ситуації та її вплив на стан довкілля і здоров'я населення. Conference Proceedings of the 1st

International Conference on Controversial Issues in Science and Education. London, UK, 16 April 2021. С. 14-21.

10. Закон України про відходи (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 36-37, ст. 242). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>.

11. Вороненко Ю. В. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Під за. ред. Ю. В. Вороненка, В. Ф. Москаленка. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. 680 с.

12. НАКАЗ 11.07.2018 № 169 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#n14>

13. Коваленко Ю. Л. Моніторинг довкілля : конспект лекцій для студентів 2 і 3 курсів денної та 3 курсу заочної форм навчання за спеціальностями 183 – Технології захисту навколишнього середовища та 101 – Екологія / Ю. Л. Коваленко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 144 с.

14. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С. В. Сапожніков. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 163 с.

15. ЗАКОН УКРАЇНИ Про енергетичну ефективність будівель (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст. 359). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>.

16. Попов О.О. Підходи до організації та ведення комплексного радіоекологічного моніторингу наземних екосистем у районах розташування АЕС, Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, К., 2013, Вип. 68, С.11–18.

17. Попов О.О. Методи аналізу ризиків в екології. Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. 2013. Вип. 69. С. 19–28.

18. Попов О.О. Концептуально-методологічні аспекти моделювання впливу об'єктів атомної енергетики на довкілля, Моделювання та інформаційні технології, 2013, Вип. 70, С. 10–19.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сліпченко В.Г., Мамалига В.М., Полягушко Л.Г. Комп'ютерний моніторинг еко-енерго-економічних процесів та систем [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 101 с.

2. Сліпченко В.Г., Коваль О.В., Полягушко Л.Г., Круш О.Є., Беспала О.М. Екологічний моніторинг: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. 304 с.

3. Екологічний моніторинг: Огляд і аналіз інформаційних технологій в еколого-економічному моніторингу : навч. посіб. для студ. спец. 122 "Компютерні науки" / В.Г. Сліпченко, Л.Г. Полягушко, Т.О. Мазанка, О.Є. Круш. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во "Політехніка", 2021. – 212 с.

4. Мамалига В.М., Ямко М.П. Служба енергоменеджменту промислового підприємства. Тернопіль : ТДТУ імені Івана Пулюя, 2002. 118 с.

5. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. К.: Навчальна книга Богдан. 2006. 304 с.

6. Support to the government of Ukraine on updating its nationally determined contribution (NDC). C40502/8492/47661. ЗБІТ 3 / Звіт з моделювання. Project implemented by the Institute for Economics and Forecasting, NASU. 138 с.

7. Bai, Lu & Wang, Jianzhou & Ma, Xuejiao & Lu, Helen. Air Pollution Forecasts: An Overview. International Journal of Environmental Research and Public Health. 15. 780. 2018. DOI: 10.3390/ijerph15040780.

8. Sargunam, Jebaraj & Iniyan, S. A review of energy models. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 10. 2006. P. 281–311. DOI: 10.1016/j.rser.2004.09.004.

Навчальне видання

**Сліпченко Володимир Георгійович
Полягушко Любов Григорівна
Круш Ольга Євгенівна**

Комп'ютерний моніторинг еко-енерго-економічних процесів і систем

Лабораторний практикум

Варіанти і редакції

Варіанта А Мицино

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Свідчення про державну реєстрацію: серія ДК № 5354 від 25.05.2017 р.
просп. Берестейський, 37, м. Київ, 03056

Підп. до друку 14.06.2023. Формат 60×84¹/₁₆. Папір офс. Гарнітура Times.
Спосіб друку – електрографічний. Ум. друк. арк. 3,25. Обл.-вид. арк. 4,64.
Поз. 23-2-4-003. Наклад 20 пр. Зам. № 23-044.

Видавництво «Політехніка» КПІ ім. Ігоря Сікорського
вул. Політехнічна, 14, корп. 15
03056, м. Київ
тел. (044) 204-81-78