

В. І. Ночвай, наук. співр. відділу № 8 ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України
Р. В. Криваківська, аспірант відділу № 8 ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОВІТРЯ

The decision making model and structure of information system of management of air quality is proposed. It includes databases and models, power modeling, decision making, writing and data visualization, public awareness.

Keywords: decision making model, information system, air quality management.

Запропоновано структуру інформаційної системи управління якістю повітря. Розроблено концептуальну модель інформаційної системи управління якістю повітря на основі UML-діаграми варіантів використання. Бібліогр.:7 найм.

Ключові слова: інформаційна система, управління якістю повітря, прийняття рішень, структура, UML-діаграма.

Актуальність

Управління якістю навколишнього середовища вимагає розробки комплексних інформаційних систем на основі моніторингу стану довкілля, моделювання процесів надходження та поширення шкідливих речовин, та створення ефективних методів прийняття рішень для зниження небезпечних впливів на екосистеми та здоров'я населення. Також важливим напрямом є використання таких систем для протидії надзвичайним ситуаціям.

Управління якістю атмосферного повітря – це процес, спрямований на поетапне досягнення та підтримання екологічно допустимих стандартів якості атмосферного повітря шляхом визначення параметрів поточного забруднення повітря (моніторинг та моделювання) та прогнозування тенденцій змін, що відповідають можливим вибраним стратегіям функціонування джерел викидів для оцінки альтернатив в процесі прийняття рішень. Для реалізації стратегії управління якістю навколишнього середовища доцільним є створення інформаційних систем з функціями підтримки прийняття рішень відносно регулювання параметрів викидів забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферу для забезпечення заданих стандартів якості повітря. [1,2]

Постановка задачі

В статті розглядається вирішення задачі загального опису сучасної інформаційної системи управління якістю повітря (ІСУЯП), її основних блоків та функціональних режимів. Інтерактивна інформаційна система повинна включати базу даних (БД), блоки моделювання, прийняття рішення, вводу та візуалізації даних, інформування населення. Система повинна

забезпечувати швидкий та зручний інформаційний обмін між всіма користувачами ІС, а також мати змогу оперативно надсилати повідомлення особам, що ухвалюють рішення (ОУР) у випадку необхідності

Загальний опис системи

Інформаційна система управління якістю повітря повинна забезпечувати користувачеві доступ до моделей і даних в процесі прийняття рішень стосовно зниження викидів. Таким чином за структурою інформаційна система повинна відповідати структурі сучасних систем підтримки прийняття рішень (СППР), які містять чотири головні компоненти [6]: підсистему інтерфейсу користувача, підсистему керування базою даних, підсистему керування базою моделей та систему керування повідомленнями (комунікаціями або зв'язком).

Основним призначенням інформаційної системи є обслуговування осіб, що ухвалюють рішення стосовно екологічної безпеки та регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу (органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, суб'єкти систем екологічного моніторингу та їх територіальні органи).

Інформаційна система управління якістю повітря повинна забезпечувати ОУР:

1. інформацією про характеристики викидів ЗР в регіоні;
2. інформацією про регіональні соціально-економічні, екологічні та медико-епідеміологічні характеристики;
3. засобами моделювання та прогнозування поширення ЗР в атмосфері;
4. засобами просторового аналізу та моделювання;
5. засобами прийняття рішень в умовах багатокритеріальності.

Управління якістю повітря потребує комплексного підходу, що включає

[4]:

1. визначення основних забруднювачів та джерел забруднення шляхом моніторингу та моделювання;
2. визначення внеску джерел в концентрації шкідливих домішок, що спостерігаються в повітрі;
3. використання залежностей “Доза-Ефект” та відповідних методів оцінки впливу забруднення на здоров'я населення;
4. ідентифікація технічно обґрунтованих заходів зниження викидів та обчислення затрат;
5. оцінка впливу альтернативних варіантів зниження викидів на якість повітря та здоров'я населення;
6. визначення ефективних пріоритетних заходів відносно показника “Шкода-Користь”.

Основне завдання ІСУЯП – своєчасне забезпечення регулюючих органів, екологічних служб, та населення достовірною інформацією про дотримання стандартів якості повітря та надання науково обґрунтованих

рекомендацій щодо оперативних та стратегічних планів заходів по зменшенню ризику впливу шкідливих речовин на довкілля з врахуванням економічних та екологічних критеріїв.

Для виконання цього завдання ІСУЯП повинно виконувати такі функції:

1. накопичувати та обробляти дані вимірювань концентрацій ЗР у повітрі;
2. описувати поточний стан забруднення заданих територій на основі даних вимірювань та просторового моделювання;
3. прогнозувати стан забруднення заданих територій;
4. розраховувати необхідні параметри управління для прийняття рішень по запобіганню шкідливим впливам забруднень;
5. забезпечувати доступ до інформації про якість повітря заданих територій за запитом користувачів.

Інформаційна система повинна охоплювати як відповідні підрозділи органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, що здійснюють контроль та управління діяльності промислових та енергетичних підприємств – джерел забруднення, так і органи екологічної безпеки, суб'єкти систем екологічного моніторингу та установи НАН України. Крім того необхідно забезпечити взаємодію системи з населенням та засобами масової інформації.

Загальна структура системи

Відповідно вимогам до структури сучасних СППР [6] інформаційна система СУЯП повинна містити: підсистему інтерфейсу користувача; підсистему керування базою даних, підсистему керування базою моделей та систему керування повідомленнями (комунікаціями або зв'язком). Крім того для аналізу просторових залежностей та візуалізації розподілів показників по території необхідна підсистема просторового моделювання, що може використовувати засоби геоінформаційних систем. При застосуванні ризик-орієнтованого підходу до регулювання якості повітря, доцільно виділити окрема блок оцінки та аналізу ризиків. Блок прийняття рішень повинен містити засоби багатокритеріальної оптимізації відносно вибраних цільових функціоналів та вектора переваг користувача [3].

Перелік інформаційних систем, з якими пов'язана ІСУЯП:

1. урядова інформаційно-аналітична система з надзвичайних ситуацій;
2. єдина державна система моніторингу навколишнього середовища;
3. інформаційно-аналітичні системи для оцінки впливів об'єктів промисловості та паливно-енергетичного комплексу на якість довкілля;
4. регіональні системи екологічного моніторингу;
5. системи регіонального планування та розвитку;
6. урядові та муніципальні Інформаційні системи управління.

Підсистема даних

Ця підсистема призначена для зберігання та обробки даних екологічного моніторингу, метеорологічних даних, медико-епідемологічних спостережень,

характеристик викидів ЗР, техніко-економічних характеристик регіональних промислових та енергетичних підприємств. Деякі специфічні вимоги до підсистеми даних зумовлює притаманний технології СППР акцент на оброблення неструктурованих і слабоструктурованих задач і необхідність виконувати значний обсяг операцій з переструктурування даних.

Тому до функцій та інструментів БД і СКБД висувається ряд додаткових і специфічних вимог [3] - необхідний доступ до інформації зі значно ширшого діапазону джерел, аніж це передбачено у звичайних інформаційних системах. Інформацію потрібно діставати від зовнішнього середовища і внутрішніх джерел; потреба в зовнішніх даних тим більша, чим вищий рівень керівництва, яке обслуговується вибраною СППР. Щоб процес здобування даних був достатньо гнучким, аби швидко здійснювати доповнення та зміни згідно з непередбаченими запитами, які надходять від користувачів застосовуються програмні (інтелектуальні) агенти, засоби data mining, а також сховища даних.

При проектуванні БД необхідно передбачити взаємодію з блоком просторового моделювання та візуалізації шляхом інтеграції з базами геоданих та впровадження клієнт-серверної архітектури.

Підсистема керування базою моделей

Підсистема керування базою моделей для забезпечення функцій ІСУЯП повинна включати:

1. моделі розрахунку забруднення атмосфери різних часових та просторових масштабів;
2. моделі інвентаризації емісії ЗР;
3. метеорологічні моделі;
4. моделі прогнозування соціально-економічних та демографічних показників;
5. моделі прогнозування показників промислового та паливно-енергетичного комплексу.

Основні блоки інформаційно-аналітичної системи представлені на рис. 1.

Концептуальна модель

Для опису поведінки системи скористаємося UML-діаграмою прецедентів (варіантів використання).

Прецеденти є основним засобом визначення необхідної поведінки системи. Як правило, вони використовуються для опису вимог до системи – що має робити система при зверненні користувачів, які сервіси повинна надавати. Основними поняттями, пов'язаними з прецедентами є актори і прецеденти [7]. Користувачі та будь-які інші системи, що можуть взаємодіяти із системою, представлено як акторів. Актори завжди представляють сутності, що знаходяться за межами системи. Поведінка системи описується одним або більше прецедентами, що визначаються відповідно до потреб акторів.

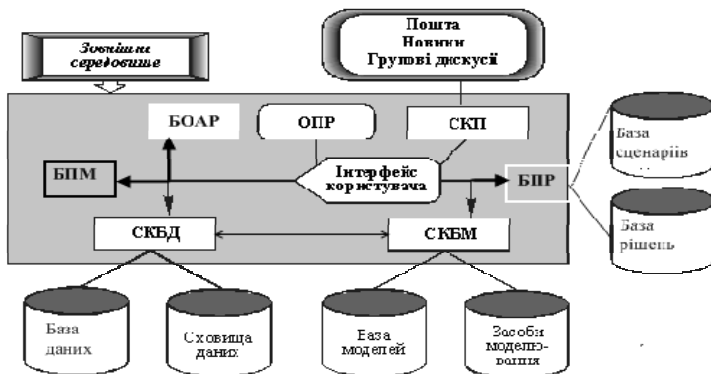


Рис. 1. Структура ІСУЯП

СКБД — система керування базою даних; СКБМ — система керування базою моделей; БОАР — блок оцінки та аналізу ризиків; БПМ — блок візуалізації та просторового моделювання; БПР — блок прийняття рішень; СКП — система керування повідомленнями; ОПР — користувачі системи.

Діаграма прецедентів представляється у вигляді графа, що складається з множини акторів, прецедентів (варіантів використання) обмежених границею системи (прямокутник), асоціацій між акторами та прецедентами, відношень серед прецедентів, та відношень узагальнення між акторами.

Базова діаграма прецедентів приведена на рис. 2.

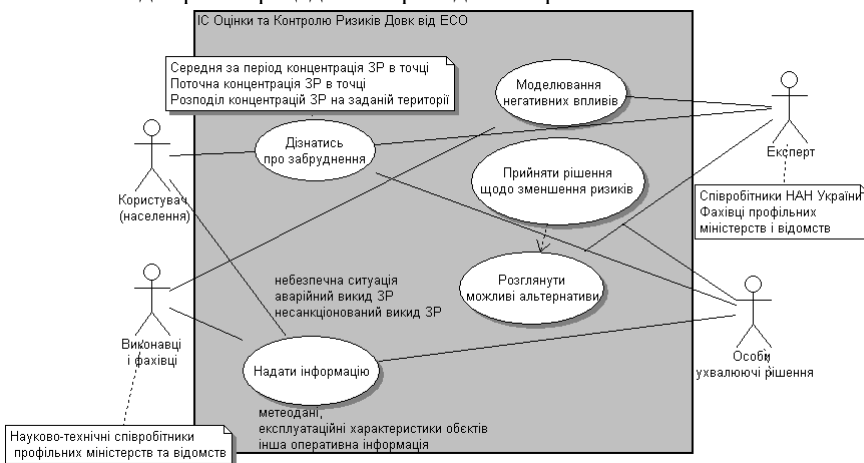


Рис. 2. Базова діаграма прецедентів

Ця діаграма показує основні режими роботи системи, але є дуже узагальненою. Проведемо подальшу декомпозицію діаграми. Розширена діаграма приведена на рис. 3.

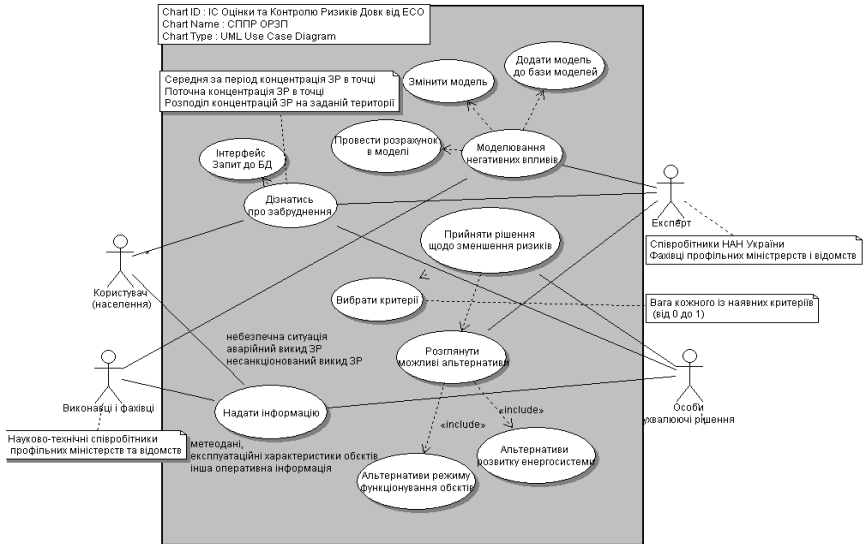


Рис. 3. Діаграма прецедентів ІСУЯП

Ця діаграма є більш детальною, на ній зображені основні режими роботи як з точки зору користувачів системи, так і декомпозиція основних режимів всередині системи. Крім того, було прийнято рішення додати до системи ще одного користувача „виконавці та фахівці”.

Тепер опишемо основні режими роботи (прецеденти) системи.

Прецедент “Дізнатися про забруднення”

1. Користувач вибирає опцію „Дізнатися про забруднення”.
2. Йому пропонують вибрати варіант просторового розташування:
 - 2.1. У певному місці (точці)
 - 2.2. У певному регіоні (полігоні).
3. Йому пропонують вибрати часовий проміжок:
 - 3.1. У минулому
 - 3.2. Зараз
 - 3.3. У майбутньому
4. При виборі варіантів 3.1, 3.2 буде викликатися процедура роботи з даними з поста спостережень.
 - 4.1. Якщо дані з постів спостереження недоступні. Викликається процедура моделювання з п. 5.
 - 4.2. Дані доступні. На кроці 2 вибрано варіант 2. Запитуємо у користувача, в якому виді потрібно вивести результат.
 - 4.2.1. Вибрано варіант „точки”. Результат видається у вигляді точок.
 - 4.2.2. Вибрано варіант „поверхня”. Результат видається у вигляді статистичної поверхні.

- 4.3. Дані доступні. На кроці 2 вибрано варіант а.
 - 4.3.1. Якщо точка є постом спостереження, видаємо дані про неї.
 - 4.3.2. Якщо це не точка спостережень, запускаємо процедуру інтерполяції.
5. При виборі варіанту 3.3 викликається процедура моделювання. Вибираємо вид моделі залежно від даних, які були вибрані на кроці 2.
 - 5.1. Локальний рівень.
 - 5.2. Мезо-масштабний рівень.
 - 5.3. Регіональний рівень.
6. Результати моделювання, або дані з постів виводяться на карту.

Прецедент “Надати інформацію”

1. Вибрати точку чи область на карті, до якої стосується інформація.
2. Вибрати тип інформації, що надається.
3. Ввести інформацію.
4. Якщо користувач не є авторизованим, то повідомлення ставиться в чергу повідомлень, що очікують перевірки.
 - 4.1. Якщо користувач є авторизованим, то інформація додається в БД та публікується на мапі без перевірки (перехід до п. 6.).
 - 4.2. Якщо інформація є інформацією про надзвичайну ситуацію, то надсилається термінове повідомлення експертам та ОПР.
5. Експерт чи ОПР перевіряє інформацію і якщо вона є достовірною, дозволяє її до публікації.
6. Інформація додається в БД і публікується на карті.

Прецедент „Моделювання”

1. Створити список джерел забруднення.
2. Опублікувати список на карті.
3. Ініціалізувати і запустити метеорологічну модель.
 - 3.1. Модель створює список постів спостереження.
 - 3.2. Ініціалізуються дані з постів спостереження.
 - 3.3. Відбувається моделювання.
4. Обраховуються величини забруднень.
5. Дані виносяться на карту.

Прецедент “Прийняття рішення”

1. Вибрати тип моделі залежно від вхідних даних.
2. Сформувати вхідні дані і запустити моделювання.
3. Взяти дані з постів екологічного спостереження (якщо є).
 - 3.1. Верифікувати дані моделювання, використовуючи дані з постів спостереження.
4. Запустити процедуру аналізу результатів моделювання.
5. Запустити солвер для вибору оптимальних варіантів роботи джерел забруднення при заданих метеоумовах відносно вибраних критеріїв оптимізації.
6. Видати альтернативи роботи джерел ЗР і можливі наслідки цих альтернатив.

Висновки

Управління якістю атмосферного повітря включає моніторинг стану повітря, оцінку джерел забруднення, моделювання процесів поширення шкідливих домішок, оцінку шкідливих впливів на довкілля, розробку рекомендацій та стратегій їх зниження. Отже, при створенні систем управління якістю виникає ситуація прийняття рішень в процесі якої оцінюються альтернативні сценарії викидів ЗР в даному регіоні з врахуванням екологічних та соціально-економічних критеріїв. Основою для прийняття рішень є прогнозування поширення забруднень, оцінка екологічних ризиків та аналіз технічних і економічних можливостей для виконання комплексу заходів забезпечення якості повітря.

Запропоновано структуру інформаційної системи управління якістю повітря. Розроблено концептуальну модель інформаційної системи управління якістю повітря на основі UML-діаграми варіантів використання. Описано базову та розширену діаграму варіантів використання системи. Перераховано основні компоненти та функції ІСУЯП. Інформаційна система включає підсистему інтерфейсу користувача; підсистему керування базою даних, підсистему керування базою моделей, систему керування повідомленнями, підсистему просторового моделювання, блок оцінки та аналізу ризиків та блок прийняття рішень.

Таким чином за допомогою запропонованої структури інформаційної системи може бути реалізована ефективна стратегія управління якістю повітря, що поєднує моніторинг, інвентаризацію викидів, моделювання розсіяння забруднюючих речовин в атмосфері, оцінку екологічних ризиків та системи підтримки рішень для пошуку оптимальних альтернатив зниження забруднень.

1. *Y.P. Cai , G.H. Huang , Q.G. Lin , X.H. Nie , Q. Tan.* An optimization-model-based interactive decision support system for regional energy management systems planning under uncertainty/ *Expert Systems with Applications* 36 (2009) 3470–3482
2. *Carnevale C, Pisoni E, Volta M (2008)* A multi-objective nonlinear optimization approach to designing effective air quality control policies. *Automatica* 44,1632–1641.
3. *Marek Makowski. (2001)* Multi-objective Decision Support Including Sensitivity Analysis International Institute for Applied Systems Analysis, Austria, PP. 21–22.
4. *Pollution Prevention and Abatement Handbook (1998)* World Bank Group
5. *L. Xuebin.* Study of multi-objective optimization and multi-attribute decision-making for economic and environmental power dispatch / *Electric Power Systems Research* 79 (2009) 789–795.
6. *Ситник В.Ф. (2004)* Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. — К.: КНЕУ, 2004. — 614 с.
7. *Фаулер М.* UML. Основы, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2004. – 192 с., ил.

Поступила 28.02.2011р.