

СИСТЕМА ПІДТРИМАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПОВІТРЯ ЗА НЕТОЧНИХ ВХІДНИХ ДАНИХ

Р.В. КРИВАКОВСЬКА

Анотація. Розглянуто питання проектування структури системи підтримання прийняття рішень для оцінювання стану атмосферного повітря за неточних вхідних даних, а також методологію побудови інформаційних систем, їх переваги і недоліки при застосуванні до питання проектування системи підтримання прийняття рішень для оцінювання стану атмосферного повітря за неточних вхідних даних. Досліджено потоки даних і на їх основі запропоновано відповідну діаграму, а також структуру системи в цілому. Розглянуто побудову бази моделей як частини складної системи, різні аспекти функціонування системи, зокрема такі, як організація обміну даними, визначення умов застосовності та верифікація моделей, синхронізація роботи різних частин системи.

Ключові слова: оцінювання стану повітря, система підтримання прийняття рішень.

ВСТУП

Оцінювання стану навколишнього середовища потребує розроблення комплексних інформаційних систем на основі моніторингу стану довкілля, моделювання процесів надходження та поширення шкідливих речовин, а також створення ефективних методів прийняття рішень для зниження небезпечних впливів на екосистеми та здоров'я населення.

Для оцінювання стану навколишнього середовища доцільним є створення інформаційних систем із функціями підтримання прийняття рішень (СППР) щодо регулювання параметрів викидів забруднювальних речовин в атмосферу для забезпечення заданих стандартів якості повітря [1–4].

Особливістю завдань з оцінювання стану атмосферного повітря є те, що дані, які подаються на вхід таких систем, як правило, є неточними. Тому під час проектування систем оцінювання стану атмосферного повітря необхідно передбачити блоки, які б дозволяли працювати з такими даними і отримувати задовільні результати за подібних обмежень.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

У роботі розглядається вирішення завдання загального опису сучасної інформаційної системи оцінювання стану атмосферного повітря (ІСОСАП), її основних блоків та функціональних режимів. Інтерактивна інформаційна система має містити базу даних, блоки моделювання, прийняття рішення, введення та візуалізації даних, інформування населення. Система повинна забезпечувати швидкий та зручний інформаційний обмін між усіма корис-

тувачами інформаційної системи, а також мати змогу оперативно надсилати повідомлення особам, що приймають рішення, у разі потреби. Для цього необхідно розглянути структуру такої системи в цілому, визначити потоки даних, наявних у подібних системах, з'ясувати функції, які виконують окремі блоки цих систем, побудувати діаграми низового рівня для них.

РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ПІДТРИМАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Вибір методології проектування інформаційної системи є важливим кроком, оскільки правильне використання методологічних засобів дозволяє пришвидшити процес проектування і запобігти появі механічних помилок.

Є декілька підходів, використовуваних для побудови інформаційних систем. Два основні з них — це структурний та об'єктно-орієнтований підходи [5].

Згідно зі структурним підходом спочатку створюється структура системи, яка надалі розбивається на підструктури й уточнюється. За об'єктно-орієнтованого підходу спочатку розглядаються об'єкти, з яких складається система, які потім об'єднуються в цілісну структуру. Обидва підходи мають недоліки.

Недоліком об'єктно-орієнтованого підходу є те, що в разі інтеграції декількох об'єктів у цілісну систему може виникнути ситуація, коли об'єкти не є сумісними. Структурний підхід не має цього недоліку, але під час його використання може виникнути ситуація, коли створена структура системи не відповідатиме її завданням (наприклад, якщо функції завдання системи змінилися або були уточнені після проектування) [5].

Розглянемо засоби, що використовуються для проектування інформаційних систем за обох підходів до їх створення.

Під час проектування інформаційної системи за структурним підходом використовуються дві групи засобів, які відображають відповідно функції, що виконує система, та потоки даних у ній. На сучасному етапі розвитку кожній групі засобів відповідають такі технології:

— для зображення функціональної структури системи — методологія SADT (Structured Analysis and Design Technique) і відповідні діаграми;

— для аналізу потоків даних — діаграми потоків даних або DFD (Data Flow Diagrams) [5].

У межах об'єктно-орієнтованого підходу існує декілька методологій, таких як OMT (Object Modeling Technique), JSD (Jackson Structured Development), OSA (Object-Oriented System Analysis) [5]. Натепер стандартом об'єктно-орієнтованого проектування де-факто є проектування за допомогою мови UML [6].

Інформаційна система оцінювання стану атмосферного повітря є складною системою, яка містить декілька визначених блоків. Системи такого типу добре піддаються декомпозиції, тому застосування структурного підходу видається очевидним. Але оскільки блоки системи — це складні програмні комплекси і для деяких з них уже існує програмна реалізація, створення якої власними силами є дуже складним, часо- та трудомістким процесом, то застосовувати повністю структурний підхід неможливо. Таким чином, варто проектувати засоби ІСОСАП, використовуючи змішаний підхід, за якого

блоки системи проектується за структурним підходом, а для проектування окремого блока може бути застосований об'єктно-орієнтований підхід.

Оскільки для створення ІСОСАП вибрано змішаний підхід, то для проектування будуть використовуватись обидві методології проектування.

Основна структура системи проектується у межах структурного підходу, тому для роз'яснення структури необхідно розглянути потоки даних між елементами інформаційної системи. Діаграму потоків даних показано на рис. 1.

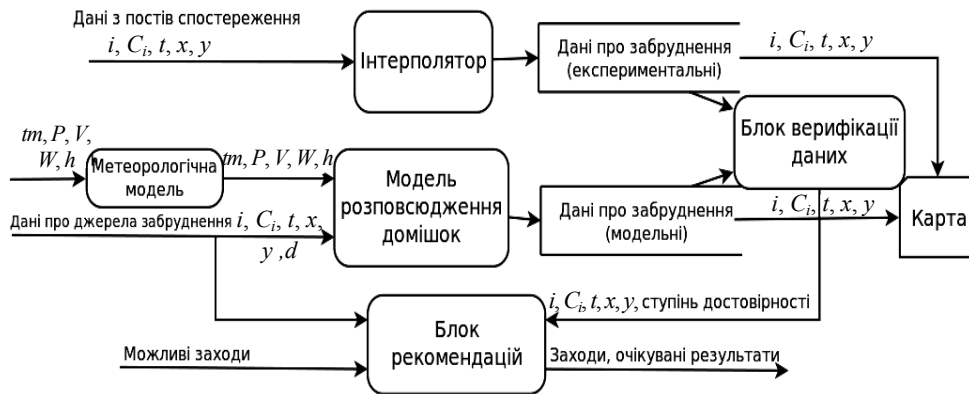


Рис. 1. Діаграма потоків даних: x, y — координати; t — час; C — концентрація забруднювальних речовин; tm — температура; P — тиск; V, W — швидкості вітру (по осях x та y відповідно), h — вологість

Можна зауважити, що на діаграмі зображено два основні види потоків: метеорологічний потік та потік даних про забруднення. Кожен набір даних формується своїми підсистемами.

На основі побудованої діаграми потоків даних можна побудувати структуру ІСОСАП. Для цього скористаємося підходом SADT. Можна побачити, що кожному блоку на діаграмі потоків даних можна зіставити блок базової структури системи. Структуру показано на рис. 2.

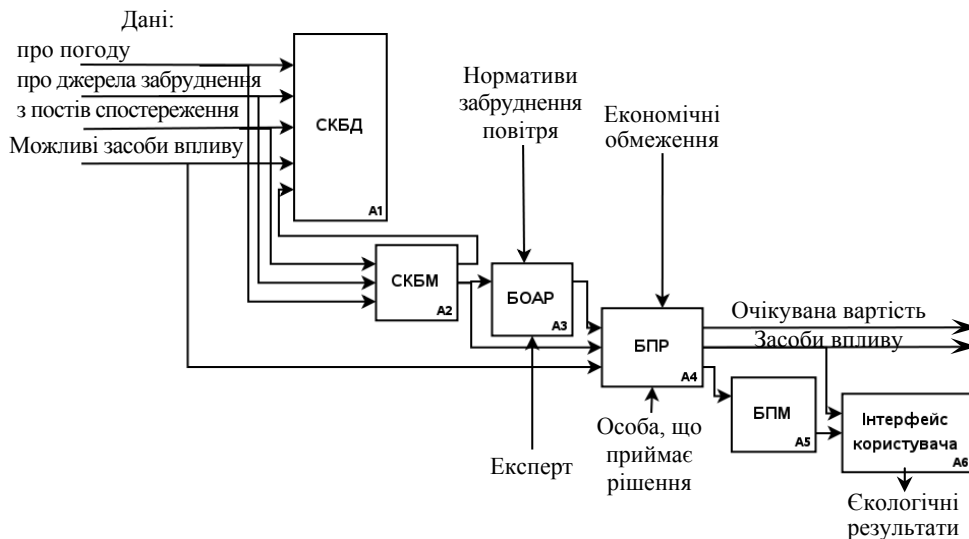


Рис. 2. Базова структура системи: СКБД — система керування базою даних; СКБМ — система керування базою моделей; БОАР — блок оцінювання та аналізу ризиків; БПР — блок прийняття рішення; БПМ — блок просторового моделювання

Оскільки важливою частиною інформаційної системи є моделювальна підсистема або база моделей, то її структуру слід розглянути окремо.

Загальний вигляд бази моделей ICOSAP показано на рис. 3.

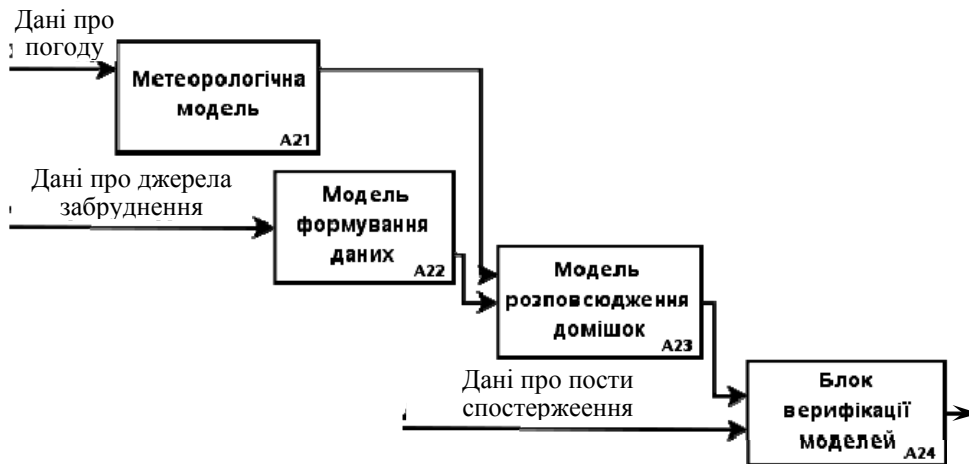


Рис. 3. Загальний вигляд бази моделей ICOSAP

Складність моделювання та верифікації результатів зумовлює виникнення таких завдань, які потрібно вирішити під час проектування бази моделей ICOSAP:

- 1) організація обміну даними;
- 2) визначення умов застосовності та верифікації моделей;
- 3) синхронізація роботи різних частин системи.

Організація обміну даними полягає в тому, що дані між блоками системи повинні передаватися у форматах, зрозумілих для цих блоків. Умови застосовності моделей потрібно визначати до включення моделей до складу бази моделей. Детальніше зупинимось на синхронізації роботи різних частин систем.

Задачу синхронізації роботи моделей, що входять до складу системи, можна подати у вигляді декількох підзадач.

Одна із задач синхронізації — це автоматична ініціалізація моделей та перевірка умов закінчення їх роботи. Обов'язковою умовою для запуску конкретної моделі є забезпечення її вхідними даними в потрібному форматі та необхідної точності. У базі моделей повинні бути визначені ознаки того, що модель закінчила свою роботу. Якщо під час роботи моделі виникає помилка, її потрібно зазначити і визначити ознаки виникнення помилки.

Існують два способи організації запуску моделей: запуск моделі в певний момент часу та запуск моделі за вимогою

Запуск моделі в певний момент часу. У цьому випадку модель запускається автоматично з деякою регулярністю (наприклад, один раз на добу). При цьому вважається, що дані для моделювання сформовані і містяться у папці для вхідних даних. Такий підхід дозволяє спланувати роботу моделей, ефективно використовуючи машинний час (наприклад, завдяки запуску ресурсомістких операцій у час найменшої активності користувачів). Недолік — можливий запуск нової моделі в той час, коли ще не закінчився час

роботи попередньої. Регулярний запуску моделі потребує регулярного оновлення вхідних даних, що не завжди можливо.

В UNIX-системах для запуску програм у певні моменти часу використовуються скрипти cron (cron — це програма, яка дозволяє запускати інші програми з певною регулярністю). У Windows для регулярного запуску програм застосовуються засоби сторонніх розробників або вбудований планувальник.

Запуск моделі за вимогою. У цьому випадку програма запускає модель безпосередньо за вимогою користувача, або коли виконуються необхідні умови ініціалізації моделі (у папці з вхідними даними з'являються файли). Така організація запуску моделей дозволяє обійтися без «холостих» запусків, якщо вхідні дані надходять до програми нерегулярно. Але у випадку багатокористувацької системи можливий одночасний запуск декількох ресурсномістких завдань одночасно, що сповільнює роботу всіх запущених моделей.

Для запуску складних комплексних моделей можна застосовувати спеціальні програми — скрипти або сценарії, які реалізують послідовності операцій для виконання на комп'ютері.

Структурна схема бази моделей, показана на рис 3, не містить додаткових блоків, що вирішують функції з організації моделювання. Тому запропоновано детальну схему бази моделей, до складу якої включено додаткові блоки, що забезпечують ініціалізацію, синхронізацію, верифікацію та введення форматів даних. Цю схему зображено на рис. 4.

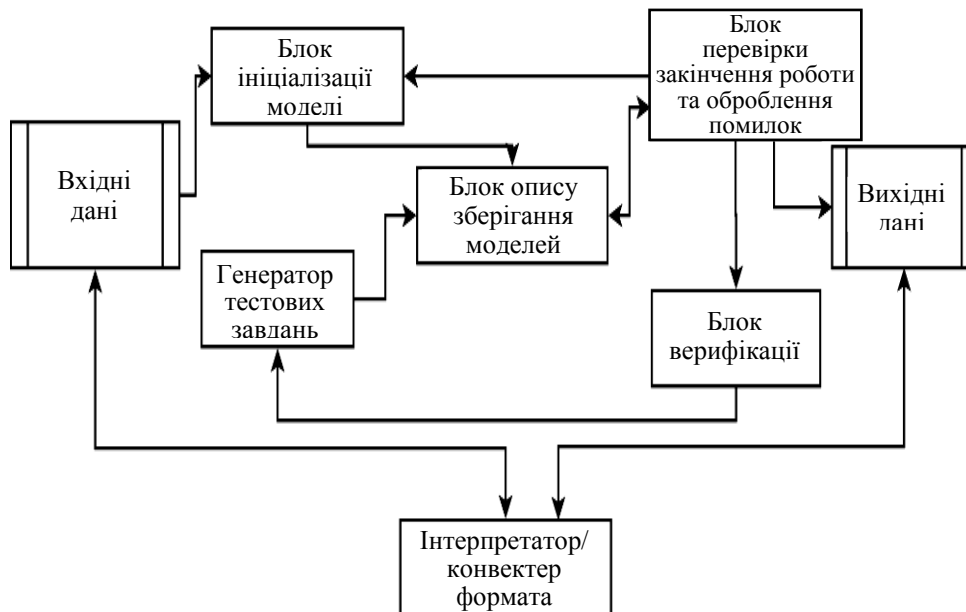


Рис. 4. Детальна схема бази моделей

Призначення блоків бази моделей, показаних на цьому рис. 4:

- 1) запуск (блок ініціалізації) та закінчення роботи моделі (блок перевірки закінчення роботи та оброблення помилок);

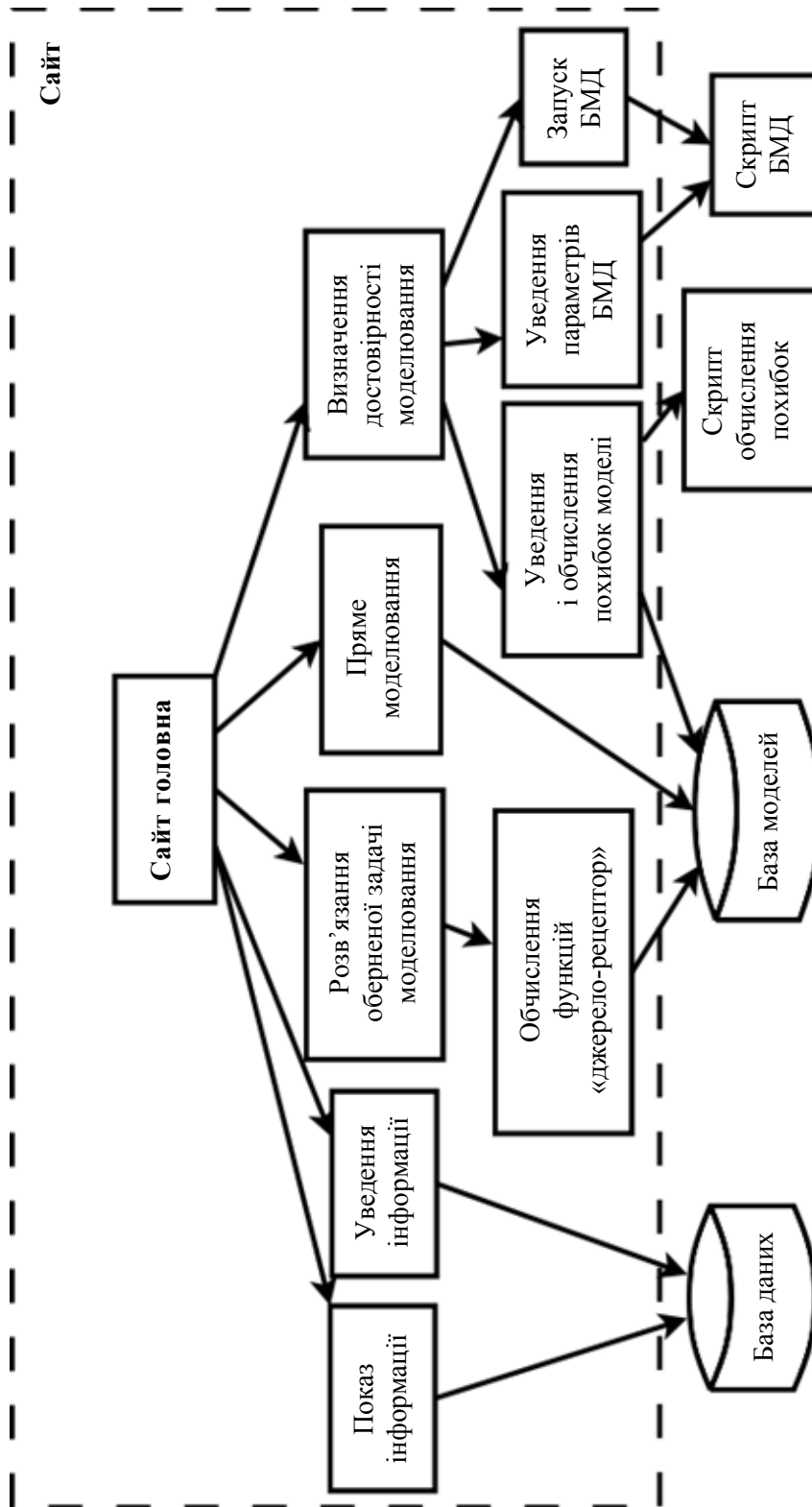


Рис. 5. Структура сайту — байєсова мережа довіри (БМД)

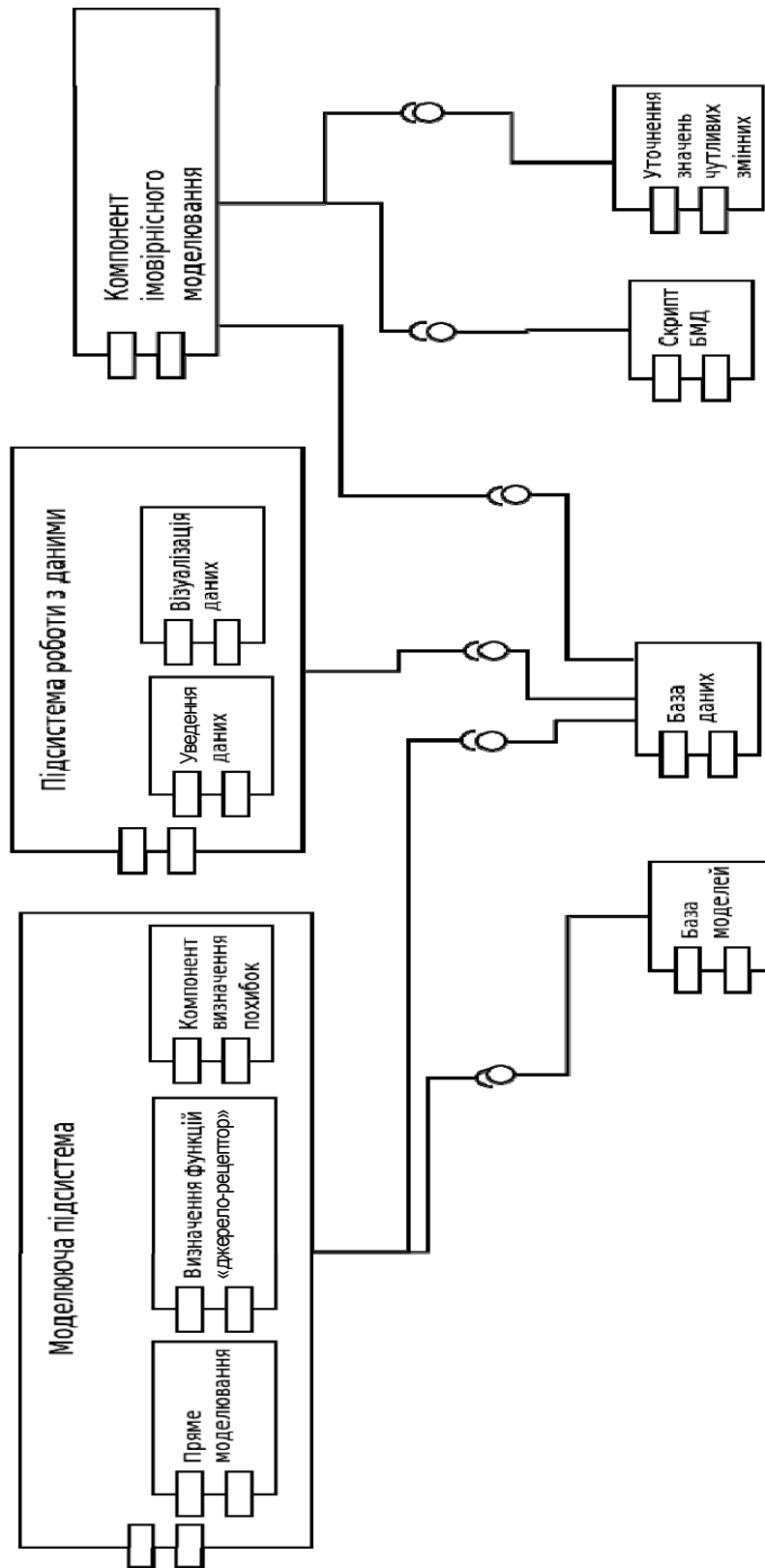


Рис. 6. Діаграма компонентів: БМД — байсова мережа довіри

- 2) ідентифікація виникнення помилок та програма роботи з помилками (блок перевірки закінчення роботи та оброблення помилок);
- 3) переведення форматів, використовуваних під час роботи з моделями (інтерпретатор/конвертер форматів);
- 4) створення тестових завдань для верифікації моделей (генератор тестових завдань);
- 5) верифікація моделей (блок верифікації);
- 6) опис та зберігання моделей (блок опису і зберігання моделей).

Спроектвану систему реалізовано у вигляді веб-сайту і підключених програм, що виконують необхідні функції.

Створена система складається з двох основних частин: інтерфейсу та програм-обробників. Загальний вигляд структури вікон програми і зв'язки з програмами-обробниками показано на рис. 5.

Можна також побудувати діаграму компонентів для основних підсистем (рис. 6). Компоненти дозволяють бачити, які частини системи за що відповідають і як вони пов'язані між собою.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто процес проектування інформаційної системи оцінювання стану атмосферного повітря. Обрано методологію розроблення. Побудовано діаграми потоків даних. Розглянуто структури системи в цілому та окремих її частин.

Таким чином, за допомогою запропонованої структури інформаційної системи може бути реалізована ефективна стратегія оцінювання стану повітря, яка поєднує моніторинг, інвентаризацію викидів, моделювання розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері та яка дозволяє працювати з неточними вхідними даними.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Cai Y.P.* An optimization-model-based interactive decision support system for regional energy management systems planning under uncertainty / Y.P. Cai, G.H. Huang, Q.G. Lin et al. // *Expert Systems with Applications*. — 2009. — 36. — P. 3470–3482.
2. *Carnevale C.* A multi-objective nonlinear optimization approach to designing effective air quality control policies / C. Carnevale, E. Pisoni, M. Volta // *Automatica*. — 2008. — 44. — P.1632–1641.
3. *Makowski Marek.* Multi-objective Decision Support Including Sensitivity Analysis International Institute for Applied Systems Analysis / Marek Makowski // *Pollution Prevention and Abatement Handbook*. — Austria, 2011. — P. 21–22.
4. *Xuebin L.* Study of multi-objective optimization and multi-attribute decision-making for economic and environmental power dispatch / L. Xuebin // *Electric Power Systems Research*. — 2009. — 79. — P. 789–795.
5. *Ситник В.Ф.* Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / В.Ф. Ситник. — К.: КНЕУ, 2004. — 614 с.
6. *Фаулер М.* UML. Основи / М. Фаулер. — 3-е изд.; пер. с англ. — СПб: Символ-Плюс, 2004. — 192 с.

Надійшла 04.04.2019