

УДК 681.518

І.М. Рябченко, В.В. Гагарін, Д.І. Рябченко

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСНОЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНИМИ МЕРЕЖАМИ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМ ПОДАЧІ Й РОЗПОДІЛУ ВОДИ

Постановка проблеми в загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими або практичними задачами. На сучасному рівні розвитку виробництва, коли все більшу небезпеку представляє вихід з ладу крупних промислових об'єктів, що призводить до значних витрат й руйнувань, на перший план виходять проблеми контролю і управління складними системами. Найбільш серйозним по наслідках чинником таких аварій часто є їх несподіванка. Необхідність ухвалення рішень в стислі терміни, коли важко одночасно проаналізувати всі наявні дані, може призвести до непродуманих дій, які спричинять за собою важкі наслідки.

Якщо завчасно передбачити, проаналізувати можливі «вузькі місця» у функціонуванні таких об'єктів, намітити заходи оперативного реагування на виниклу аварійну ситуацію, розробити методи ефективного її усунення, то збиток від такої аварії може бути зведений до мінімуму.

Системи подачі й розподілу води (СПРВ) є достатньо яскравим прикладом промислового об'єкту, вихід з ладу якого може негативно відобразитися на функціонуванні цілого ряду господарських об'єктів і життєдіяльності населення. Розробка методів оперативного реагування на аварійні ситуації, дослідження їх особливостей стає особливо актуальним із зростанням міст, збільшенням розмірів мереж, а також у зв'язку з необхідністю підвищення економічності, надійності їх функціонування. Однією з актуальних на сьогодні є проблема визначення самих небезпечних ділянок мережі з погляду збитку, який може бути нанесений аварією на даних ділянках, з метою розробки заходів щодо профілактики і запобігання аварійних ситуацій на самих небезпечних ділянках водорозподільної мережі.

Ця проблема досліджується в рамках тематичного плану науково-дослідних робіт Міжрегіональної Академії управління персоналом з напрямку І.1 01.05 Інформатика та кібернетика. Код завдання І.1.01.05.02, І.1.01.05.04 «Розвиток методів та програмного забезпечення для розв'язання задач математичного моделювання та оптимального управління» і пов'язана з практичними задачами виробничих управлінь водопровідно-каналізаційних господарств (ПУВКХ) України.

Аналіз досягнень і публікацій по темі дослідження даної проблеми. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується дана стаття. З розвитком сучасних інформаційних технологій з'явилася можливість створювати комплекси, здатні допомагати задачам управління такими крупними системами, як інженерні мережі. Такі комплекси виконують функції проектування, інвентаризації, моделювання, а також інформаційної підтримки експертних оцінок і ухвалення рішень. Розробниками і дослідниками пропонується велика кількість різних рішень. В даний час склався певний круг базових систем, що використовуються для інженерних мереж. Історично першими тут були системи автоматизованого проектування (САПР), за допомогою яких розроблялися проекти окремих елементів мереж, і бази даних, покликані обслуговувати інвентаризаційні запити, роботу із споживачами і інші задачі. Проте відірваність таких систем від оперативної інженерної інформації робило їх обмежено придатними [1]. Сьогодні найпоширенішими і вживаними на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства є спеціалізовані системи і геоінформаційні системи (ГІС).

Для вирішення задач, пов'язаних з розрахунком параметрів функціонування, розрахунку режимів і поведінки мережі у виняткових випадках були створені спеціалізовані системи. Вони мають вбудовані засоби створення принципових схем і внутрішні бази даних, що містять тільки інформацію, необхідну для розрахунків. Прикладом такої системи може служити система прийняття рішення при аваріях на водорозподільній мережі, призначена для вибору найраціональнішого варіанту дій по усуненню аварій на водорозподільній мережі залежно від ситуації, що склалася [2]. Не дивлячись на велику значущість одержуваних результатів, спеціалізовані системи залишаються часто відірваними від реальної інформації про те, що є мережею, і вирішують задачі розрахунку на досить грубому наближенні до неї.

Наступним незалежним класом систем, вживаних для інженерних мереж, є геоінформаційні системи. Ці системи відповідають потребам просторового моделювання інженерних мереж, їх взаємній ув'язці з об'єктами навколишнього світу. Проте при використуванні ГІС постає низка проблем.

Інструментальні ГІС в чистому вигляді не можуть вирішувати специфічні задачі моделювання і розрахунку. Для вирішення цих задач потрібні додаткові моделі, алгоритми і вбудовані процедури.

Все вищесказане указує на те, що окремо дані класи систем не можуть комплексно вирішити задачу інформаційної підтримки інженерних мереж. Одним з варіантів рішення даної проблеми може бути інтеграція ГІС і спеціалізованих систем і, як наслідок, створення комплексної спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними мережами.

Формулювання мети статті. Мета статті полягає у виборі оптимальної архітектури комплексної спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними мережами (в штатних і аварійних режимах роботи) заснованої на інтерфейсі ГІС і володіючої всіма перевагами спеціалізованих інформаційних систем.

Виклад основного матеріалу з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Як загальна структура ІС управління інженерними сітками пропонується структура, що складається з трьох розділів, кожний з яких є електронною векторною картою і служить для вирішення різних задач.

Перший розділ – *траси трубопроводів на плані місцевості* – містить декілька груп шарів даних:

1) *Топографічний план місцевості.* Дана група шарів містить полігональні шари рельєфу місцевості, об'єктів гідрографії, кварталів, будівель, вулиць і лінійні шари осей вулиць, транспортних мереж і інших комунальних мереж (електропостачання, теплопостачання, газопостачання і т.п.).

2) *Об'єкти – джерела послуг, що надаються* (водозабори, насосні станції і ін.). Дана група шарів містить полігональні шари даних об'єктів і шари, прив'язки даних об'єктів, що містять, до об'єктів місцевості.

3) *Об'єкти, що створюють трубопровідну мережу*, утворені ділянками трубопроводу, колодязями і запірною арматурою. Дана група шарів представлена лінійними шарами водоводів, точковими шарами колодязів і запірної арматури і шарами, що містять прив'язки об'єктів до об'єктів місцевості.

4) *Об'єкти, що забезпечують підключення споживачів до трубопровідної мережі.* До них відносяться введення в будівлі і вузли управління введеннями водопровідної мережі. Ця група шарів також представлена контурами об'єктів і необхідними прив'язками.

На дану електронну карту об'єкти трубопровідної мережі наносяться з максимальною точністю, що допускається масштабом, щоб уникнути помилок при прив'язці об'єктів мережі до об'єктів місцевості.

Другий розділ – *оперативні схеми трубопроводів на плані місцевості* – містить аналогічні групи шарів (топографічний план місцевості, об'єкти – джерела послуг, що надаються, об'єкти, що створюють трубопровідну мережу і об'єкти підключення споживачів до трубопровідної мережі). Дана карта має наступний ряд істотних відмінностей від карти трас трубопроводів.

1. Об'єкти трубопровідної мережі представляються схемно, що більш зручно для диспетчерських служб, наприклад, ділянки трубопроводів зображаються лініями, паралельними вертикальним і горизонтальним напрямом по відношенню до орієнтації карти на екрані комп'ютера.

2. Окрім осьових ліній ділянок трубопроводу є відрізки труб, причому точно в тій же кількості і розташовані в тій же послідовності, що і реальні відрізки труб на місцевості.

3. Основною відмінністю другого розділу від першого є відсутність шарів прив'язок об'єктів мережі до місцевості і наявність шарів принципів схем об'єктів, що створюють трубопровідну систему, до яких відносяться джерела послуг, що надаються, колодязі, запірна арматура, а також пристрої підключення споживачів. Принципові схеми об'єктів формуються у вигляді масштабованих умовних знаків устаткування, що розташовуються так само, як на паперових кресленнях принципів схем об'єктів. На відміну від паперових носіїв, елементи принципів схем устаткування можуть відобразитися не в одному, а в декількох станах, відповідних поточному стану устаткування (наприклад, засувки можуть бути відкриті або закриті і т.п.).

Третій розділ ІС – *оперативна схема без прив'язки до місцевості – призначений для гідравлічного розрахунку трубопровідної мережі, експлуатованої підприємством.* Він містить тільки трубопроводи, контури об'єктів мережі і принципові схеми, розташовані на карті так, щоб надати максимальну обзорність і наочність всієї системи трубопровідних мереж.

ІС управління мережами, окрім електронних карт, має реляційну базу даних (БД), що зберігається на SQL-сервері, в якій містяться атрибути більшості об'єктів, нанесених на карти ІС, і атрибутивні описи основних елементів технологічного процесу підприємства. Структура атрибутивних описів об'єктів і устаткування трубопровідної системи є об'єктно-орієнтованою моделлю інженерної мережі. Кожний об'єкт відноситься до деякого класу, який успадковується від деякого більш абстрактного класу об'єктів. Кожному класу відповідає окрема таблиця в БД, записи в якій характеризують окремі

об'єкти даного класу.

ІС управління мережами володіє широкими можливостями отримання аналітичної інформації за допомогою запитів. Всі інформаційні запити в ІС можуть бути розділені на два класи.

Перший клас – запити за визначенням підмереж, підключених зараз до джерел води, на основі станів комутуючих елементів всієї мережі комунікацій. Варіанти такої постановки задачі – запит за визначенням підмереж, відключених зараз від джерела, або запит на обчислення деякого загального параметра такої мережі (наприклад, сумарне споживання).

Другий клас – запити вибору з ІС інформації по об'єктах, що мають певну характеристику (наприклад, спосіб прокладення), або вибір об'єктів, на яких відбулася задана подія, виконана вказана робота або знайдена несправність вказаного вигляду.

Запити обох класів повинні надавати результат користувачу як виділенням об'єктів на карті, так і формуванням форматованого списку об'єктів із заданим набором атрибутів. Цим обумовлені наступні відмінності підсистеми запитів ІС від традиційних способів реалізації запитів до БД.

Внутрішній механізм виконання запитів першого класу заснований на формуванні графської моделі трубопровідної мережі і виділенні зв'язних областей на ній. Далі на графі мережі знаходиться та зв'язана область, яка задовольняє заданим параметрам. Потім від виділеної зв'язної області виконується перехід до початкових елементів графської моделі, які повертаються користувачу як результат виконання запиту. Більш докладна інформація по особливостях застосування графських моделей в ІС інженерних мереж приведена в [3].

Виконання запитів другого класу активно використовує можливості базової SQL-орієнтованої СУБД, в якій зберігаються атрибутивні дані. Можливість виконання запитів на мові SQL дозволяє програмно сформулювати по заданим користувачем критеріях пропозицію на SQL, повернувши результат у вигляді набору ідентифікаторів об'єктів. Далі по цьому набору формується результуюча вибірка об'єктів і виділяється на карті, або формується звіт.

Таким чином, за допомогою спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними сітками можуть бути вирішені наступні задачі:

1. Формування кадастру трубопроводів і об'єктів інженерної мережі, експлуатованої підприємством. Рішення цієї важливої задачі стає можливим тільки при переході від зберігання інформації на традиційних паперових носіях в графічний формат геоінформаційної системи. Крім того, за наявності злагоджених (виконаних в одній системі координат із заданою точністю) кадастрів всіх міських комунікацій (мереж електропередачі, тепло-, водо- і газопроводів, мереж водовідведення) спрощується міжвідомча робота за погодженням ремонтних робіт. Вона зводиться тільки до роздрукованого плану ділянки і узгодження необхідних відключень.

2. Основне застосування даних, нанесених на кадастровий розділ і оперативну схему плану місцевості – інвентаризація встановлених труб і устаткування. Це дозволяє оцінити ступінь зносу системи трубопроводів з використанням вбудованих в систему запитів і спрогнозувати найвірогідніші місця і час аварій. На основі даного прогнозу можна провести попереджуючі ремонти, що понизить сумарні витрати підприємства на ліквідацію наслідків аварій на трубопроводах.

3. На основі аналізу частоти ремонтних робіт на різних типах устаткування за допомогою вбудованих в систему звітів проводиться виявлення якнайменше якісних сортamentів труб і марок устаткування, що є важливою інформацією для служби постачання.

4. Наявність оперативних схем з можливістю оперативної зміни стану комутуючих елементів (засувок, затворів і ін.) і вбудованих в ІС запитів за визначенням абонентів, підключених (відключених) до системи трубопроводу залежно від її поточного стану, дозволяє диспетчерській службі оперативно реагувати на можливі аварійні ситуації і ухвалювати правильні рішення по управлінню трубопровідною сіттю.

5. Наявність оперативних схем з прив'язкою до місцевості і без неї дозволяє програмно, за допомогою вбудованих в ІС засобів розрахунку режимів, виконувати гідравлічний і тепловий розрахунок всієї трубопровідної мережі або її окремих ділянок, автоматизувати роботу служби режимів і ухвалювати обґрунтовані рішення по проектуванню або ремонту джерел водопостачання (водозаборів, насосних станцій і ін.).

Висновки по даному дослідженню і перспективи подальших досліджень в даному напрямі. Проведений огляд дозволяє зробити наступні висновки. В даний час існує два підходи до створення інформаційних систем управління інженерними мережами – це використання неспеціалізованих базових програмних комплексів – ГІС і САПР – для побудови на їх основі систем інформаційного моделювання інженерних мереж і розробка і подальше застосування вузькоспеціалізованих систем для розрахунку і моделювання параметрів функціонування мережі.

В той же час сучасні настільні системи ГІС мають всі необхідні засоби для інтеграції в

інформаційні комплекси. Все це дозволяє зробити висновок про доцільність і ефективність побудови систем інформаційного моделювання з використанням універсальної ГІС, що має засоби інтеграції і призначеної для виконання таких підзадач, як відображення даних і просторовий аналіз.

Подальші дослідження в даному напрямі полягають в розробці інтерфейсу взаємодії ГІС і спеціалізованих систем, який забезпечуватиме ефективний обмін даними і їх аналіз як засобами ГІС, так і засобами спеціалізованої системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://www.gisa.ru/publicat.html> // Сарычев Д.С. Современные информационные системы для инженерных сетей. – Томск, 2003.
2. Холодная Т.А. Разработка методов анализа аварийных ситуаций в инженерных сетях: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.03. – Харьков, 1997. – 162 с.
3. Вайсфельд В.А., Ексаев А.Р. Принципиальные основы применения ГИС-технологий для городских инженерных коммуникаций // Инженерные коммуникации и геоинформационные системы: материалы первого учебно-практического семинара, «ГИС-Ассоциация», 14-17 октября 1997 г. – М.: 1997, с. 3-9.

РЯБЧЕНКО І.М. – проф., д.т.н., завідувач кафедри «Стратегічного менеджменту» Харківського інституту МАУП.

Научные интересы: прогрессивные информационные технологии.

ГАГАРИН В.В. – доцент кафедри «Інформаційних систем і технологій в міському господарстві ЦПО і ЗН» Харківської національної академії міського господарства

Научные интересы: прогрессивные информационные технологии.

РЯБЧЕНКО Д.І. – аспірант Харківського національного університету радіоелектроніки.

Научные интересы: прогрессивные информационные технологии.