

І. М. РЯБЧЕНКО

Харківський інститут МАУП

Д. О. ВОЛКОВ

Харківська національна академія міського господарства

А. В. КЛІМБОВСЬКА

Харківський інститут МАУП

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

Наукові праці МАУП, 2007, вип. 2(16), с. 19–22

Розглядається можливість і доцільність створення комплексної спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними мережами, яка ґрунтується на інтерфейсі геоінформаційних систем і володіє всіма перевагами спеціалізованих інформаційних систем. Запропоновано структуру такої системи, наведено перелік завдань, які вона може вирішувати.

На сучасному рівні розвитку виробництва, коли все більшу небезпеку становить вихід з ладу великих промислових об'єктів, що призводить до значних витрат і руйнувань, на перший план виходять проблеми контролю та управління складними системами. Найбільш серйозним за наслідками чинником таких аварій часто є їх несподіваний прояв. Необхідність ухвалення рішень у стислі терміни, коли важко одночасно проаналізувати всі наявні дані, може призвести до непередбачених дій, які спричинять важкі наслідки.

Якщо завчасно передбачити, проаналізувати можливі “вузькі місця” у функціонуванні таких об'єктів, намітити заходи оперативного реагування на аварійну ситуацію, що виникла, розробити методи ефективного її усунення, то збитки від такої аварії можуть бути зведені до мінімуму.

Системи подачі й розподілу води (СПРВ) є достатньо яскравим прикладом промислового об'єкта, вихід з ладу якого може негативно позначитись на функціонуванні багатьох 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 найнебезпечніших ділянок мережі з погляду збитків, яких може бути завдано аварією на цих ділянках, з метою розробки заходів щодо профілактики і запобігання аварійних ситуацій на найнебезпечніших ділянках водорозподільної мережі.

Ця проблема досліджується в межах тематичного плану науково-дослідних робіт МАУП 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 завданнями виробничих управлінь водопровідно-каналізаційних господарств (ВУВКГ) України.

З розвитком сучасних інформаційних технологій з'явилася можливість створювати комп-

лекси, здатні допомагати в управлінні такими великими 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. На сьогодні склалося певне коло 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, виконувати роботу із споживачами та інші завдання. Проте відірваність таких систем від оперативної інженерної інформації робило їх обмежено придатними [2]. Сьогодні найпоширенішими на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства є спеціалізовані системи і геоінформаційні системи (ГІС).

Для вирішення завдань, пов'язаних з розрахунком параметрів функціонування, 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 слугувати система прийняття рішення при аваріях у водорозподільній мережі, призначена для вибору найраціональнішого варіанта дій щодо усунення аварій у водорозподільній мережі залежно від ситуації, що склалася [3]. Незважаючи на велику значущість одержуваних результатів, спеціалізовані системи залишаються часто відірваними від реальної інформації про стан мережі і вирішують задачі розрахунку на досить грубому наближенні.

Наступним незалежним класом систем, створених 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.

Усе це свідчить про те, що окремо ці класи систем не можуть комплексно вирішити задачу інформаційної підтримки інженерних мереж. Одним з варіантів вирішення цієї проблеми може бути інтеграція ГІС і спеціалізованих систем, а внаслідок цього створення комплексної спеціалі-

зованої інформаційної системи управління інженерними мережами.

Нам необхідно вибрати оптимальну архітектуру комплексної спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними мережами (у штатних і аварійних режимах роботи), яка ґрунтується на інтерфейсі ГІС і має всі переваги спеціалізованих інформаційних систем.

Як загальна структура ІС управління інженерними мережами 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 даних:

1) *топографічний план місцевості*. Містить полігональні шари рельєфу місцевості, об'єктів гідрографії, кварталів, будівель, вулиць і лінійні шари осей вулиць, транспортних мереж та інших комунальних мереж (електропостачання, теплопостачання, газопостачання та ін.).

2) *об'єкти — джерела послуг, що надаються* (водозабори, насосні станції та ін.). Містить полігональні шари цих об'єктів і шари, що містять прив'язки цих об'єктів до об'єктів місцевості;

3) *об'єкти, що створюють трубопровідну мережу*, утворені ділянками трубопроводу, колодязями і запірною арматурою. Містить лінійні шари водоводів, точкові шари колодязів і запірної арматури і шари, що містять прив'язки об'єктів до об'єктів місцевості;

4) *об'єкти, що забезпечують підключення споживачів до трубопровідної мережі*. До них належать введення в будівлі і вузли управління введеннями водопровідної мережі. Ця група подана у вигляді контурів об'єктів з необхідними прив'язками.

На цю 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, та об'єкти підключення споживачів до трубопровідної мережі). Ця карта має кілька істотних відмінностей від карти трас трубопроводів:

1) об'єкти трубопровідної мережі наносяться за схемою, зручною для диспетчерських служб, наприклад ділянки трубопроводів зображаються

лініями, паралельними вертикальним і горизонтальним напрямом по відношенню до орієнтації карти на екрані комп'ютера;

2) окрім осевих ліній ділянок трубопроводу, є відрізки труб, причому точно в тій самій кількості і розташовані в тій самій послідовності, що і реальні відрізки труб на місцевості;

3) основною відмінністю другого розділу від першого є відсутність шарів, що містять прив'язки об'єктів мережі до місцевості, і наявність шарів принципів схем об'єктів, що створюють трубопровідну систему, до яких належать 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 відображатися не в одному, а в кількох станах, відповідних поточному стану устаткування (наприклад, засувка може бути відкрита або закрита).

Третій розділ — *оперативна схема без прив'язки до місцевості* — призначений для гідравлічного розрахунку трубопровідної мережі, що експлуатується підприємством. Він містить тільки трубопроводи, контури об'єктів мережі і принципів схем, розташовані на карті так, щоб надати максимальну оглядовість 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, та 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 належить 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 цього класу.

ІС управління мережами має широкі можливості для отримання аналітичної інформації за допомогою запитів. Усі інформаційні запити в ІС можуть бути поділені на два класи:

1) запити за визначенням підмереж, підключених зараз до джерел води, на основі станів комунікуючих елементів усієї мережі комунікацій. Варіанти такої постановки завдання — запит за визначенням підмереж, відключених зараз від

джерела, або запит на обчислення деякого загального параметра такої мережі (наприклад, сумарне споживання);

2) запити вибору з ІС інформації за об'єктами, що мають певну характеристику (наприклад, спосіб прокладення), або вибір об'єктів, на яких відбулася задана подія, виконана вказана робота або знайдена несправність вказаного виду.

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

Внутрішній механізм виконання запитів першого класу ґрунтується на формуванні графської моделі трубопровідної мережі і виділенні зв'язних ділянок на ній. Далі на графі мережі знаходиться та зв'язана ділянка, яка задовольняє заданим параметрам. Потім від виділеної зв'язної ділянки виконується перехід до початкових елементів графської моделі, які повертаються користувачеві як результат виконання запиту. Докладніша інформація про особливості застосування графських моделей в ІС інженерних мереж наведена у статті В. Вайсфельда [1].

При виконанні запитів другого класу активно використовуються можливості базової SQL-орієнтованої СУБД, в якій зберігаються атрибутивні дані. Можливість виконання запитів на мові SQL дає змогу сформуванню програмно за заданими користувачем критеріями пропозицію на SQL, повернувши результат у вигляді набору ідентифікаторів об'єктів. Далі за цим набором формується результуюча вибірка об'єктів і виділяється на карті, або формується звіт.

Таким чином, за допомогою спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними мережами можуть бути вирішені такі завдання:

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

2. Основне застосування даних, нанесених на кадастровий розділ і оперативну схему плану місцевості, — інвентаризація встановлених труб і устаткування. Це дає можливість оцінити ступінь зношення системи трубопроводів з використанням вбудованих в систему запитів і спрогнозувати найвірогідніші місця і час аварій. На підставі цього прогнозу можна провести попереджуючі ремонти, що зменшить сумарні витрати підприємства на ліквідацію наслідків аварій на трубопроводах.

3. На підставі аналізу частоти ремонтних робіт на різних типах устаткування за допомогою вбудованих в систему звітів визначається виявлення якнайменше якісні сортаменти труб і марки устаткування, що є важливою інформацією для служби постачання.

4. Наявність оперативних схем з можливістю оперативної зміни стану комутуючих елементів (засувки, затворів та ін.) і вбудованих в ІС запитів за визначенням абонентів, підключених (відключених) до системи трубопроводу залежно від її поточного стану, дає змогу диспетчерській службі оперативно реагувати на можливі аварійні ситуації та ухвалювати правильні рішення щодо управління трубопровідною мережею.

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

З викладеного вище можна дійти таких висновків. На сьогодні є два підходи до створення інформаційних систем управління інженерними

мережами: використання неспеціалізованих базових програмних комплексів (ГІС і САПР) для побудови на їх основі систем інформаційного моделювання інженерних мереж; розробка і подальше застосування вузькоспеціалізованих систем для розрахунку і моделювання параметрів функціонування мережі.

Водночас сучасні настільні системи ГІС мають всі необхідні засоби для інтеграції в інформаційні комплекси. Все це свідчить про доцільність та ефективність побудови систем інформаційного моделювання з використанням універсальної ГІС, що має засоби інтеграції і призначена для виконання таких завдань, як відображення даних і просторовий аналіз.

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



Література

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

Рассматривается возможность и целесообразность создания комплексной специализированной информационной системы управления инженерными сетями, основанной на интерфейсе ГИС и обладающей всеми преимуществами специализированных информационных систем. Предложена структура такой системы и приведены задачи, которые она может решать.

Possibility and expedience creation complex special-purpose informational system engineering networks management based on an interface GIS and possessing all advantages special-purpose informational systems is examined in article. In article structure such system is offered and list tasks which can be decided is resulted.

Надійшла 22 травня 2007 р.