

**І. М. РЯБЧЕНКО****Р. О. БЕЛІК****О. В. ГРЕЧУХІН**

Харківський інститут МАУП

## **АРХІТЕКТУРА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ УПРАВЛІННЯ ПОТОКОРОЗПОДІЛОМ СИСТЕМ ПОДАЧІ Й РОЗПОДІЛУ ВОДИ**

Наукові праці МАУП, 2008, вип. 1(17), с. 93–97

*Проаналізовано дані, які використовуються у розрахункових задачах і подаються у графічному вигляді. Запропоновано раціональну модель даних, що має вигляд “іконних” та “віконних” технологій. Впровадження діалогової системи у водопровідно-каналізаційні господарства Донецького регіону довело її ефективність.*

У структурі програмного забезпечення важливу роль відіграє її інформаційна база. Особливо це стосується систем з великими об'ємами даних, які мають складну структуру. Для ефективної роботи системи необхідна така організація даних, яка дасть змогу спростити і прискорити роботу алгоритмів. Для цього необхідно ретельно проаналізувати інформаційну базу конкретної галузі, встановити особливості її структури і визначити способи розміщення даних в оперативній пам'яті ЕОМ [1–4].

Ця проблема досліджується в рамках 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.

Багато публікацій щодо конкретної предметної галузі — моделювання поточкорозподілу систем подачі й розподілу води (СПРВ) — присвячено опису або інтерактивних систем підтримки прийняття рішень, або використуванню геоінформаційних технологій для створення графічних довідкових систем. У нашій статті досліджено інформаційні технології, які сприяють побудові

компактної і зручної автоматизованої системи управління з дружнім інтерфейсом та елементами графічної візуалізації результатів комп'ютерного моніторингу технологічних процесів, що протікають в СПРВ.

Спробуємо розробити оптимальну архітектуру діалогової автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (ДАСППР) стосовно управління поточкорозподілом (у штатних та аварійних режимах роботи) із зручним графічним інтерфейсом і компактною моделлю структури даних (початкових і розрахункових).

Основу інформаційної бази розрахункових задач водорозподільних мереж становлять дані, які задають її топологію і параметри. Як логічну модель даних зручніше використовувати реляційну модель, що ґрунтується на уявленні інформації про об'єкт у термінах відносин. Кожному елементу об'єкта, що володіє набором властивостей-атрибутів, ставляться у відповідність відношення, які подаються у вигляді таблиці, що складається з рядків-кортежів і стовпців-атрибутів. У відношенні виокремлюються кілька атрибутів, які однозначно ідентифікують кортежі та називаються “ключами”.

Особливість реляційної моделі даних полягає в можливості одноманітного подання даних у вигляді відносин. Наведемо переваги роботи з реляційною моделлю даних для користувача: звична

для непрофесійного користувача таблична форма подання даних; на відміну від мережної або ієрархічної моделі даних не потрібно пам'ятати шлях доступу до даних і будувати алгоритми й процедури обробки свого запиту; мови спілкування з базами даних, що ґрунтуються на реляційній моделі даних, простіші в освоєнні, ніж відповідні мови для мережної та ієрархічної моделей.

Крім цього, реляційна модель даних має такі переваги:

- точність подання даних, що піддаються математичному опису і маніпулюванню з використанням таких засобів, як алгебра і чисельні відносини;
- гнучкість, що полягає в можливості “розрізати” і “склеювати” відносини, внаслідок чого можна одержувати різноманітні файли у потрібній формі;
- простота впровадження, що полягає у достатньо простому фізичному розміщенні однорідних табличних файлів на відміну від розміщення мережних та ієрархічних структур;
- незалежність даних: розширити базу даних шляхом додавання нових атрибутів і відносин простіше в реляційній базі, ніж у разі мережних та ієрархічних структур.

Відповідно до вибраної моделі подання даних розглянемо відносини, які є основою декларативних знань про об'єкт управління — водорозподільні мережі комунального господарства:

- об'єкт (водопровідно-каналізаційне господарство, система подачі й розподілу води, технічні ресурси, трудові ресурси);
- система подачі й розподілу води (активні елементи, пасивні елементи, навантаження, структура мережі, геодезичні відмітки);
- технічні ресурси (машини, механізми, матеріали, резервне устаткування);

- трудові ресурси (персонал, робітники, інженерно-технічні працівники);
- активні елементи (насосні станції, їх місцерозташування, кількість насосів, водонапірні характеристики, витрати, втрати тиску, середньодобові коливання подачі води);
- пасивні елементи (водоводи, їх місцерозташування, матеріал, діаметр, втрати тиску, витрати, швидкість, довжина, запірно-регулююча арматура, аварійність, ступінь впливу на функціонування мережі);
- навантаження (місцерозташування, витрати, необхідний тиск, вільний тиск, геодезичні відмітки).

Частина заданих параметрів є *управляючими* у тому сенсі, що їх регулювання викликає зміну властивостей мережі, частина параметрів є *контрольованими* (витрати, втрати тиску, вільний тиск) у процесі пошуку якнайкращого рішення, частину параметрів, які несуть додаткове інформаційне навантаження, є сенс вважати *процедурними знаннями*, оскільки вони виникають тільки в результаті розрахунків мережі. До таких параметрів належать участь у споживанні цільового продукту у відсотках, швидкість та ін.

Розглянемо, як ці відносини використовуються в розрахунково-графічній компоненті системи прийняття рішень.

Основою для функціонування розрахунково-графічної компоненти системи, що забезпечує розрахунок поточкорозподілу в мережі з аналізованою структурою, візуалізацію структури мережі з напрямленими потоками, є наступні дані про елементи об'єкта управління і топологію мережі:

- дані про активні елементи мережі (табл. 1);
- про пасивні елементи мережі (табл. 2);
- про навантаження мережі (табл. 3);
- про місцерозташування елементів мережі (табл. 4).

Таблиця 1

Таблиця подання даних про активні елементи мережі

Вершина		Коефіцієнт параболі Q-H			Витрати, л/с	Втрати тиску, м	Геодезична відмітка, м
початок	кінець	$W_0$	$W_1$	$W_2$			
p1	1	25,0	0,00	0,00	631,80	25,0	240,00
p1	230	25,0	0,00	0,00	307,00	25,0	240,00
p2	484	25,0	0,00	0,00	31,19	25,0	234,50
p3	418	20,0	0,00	0,00	62,51	20,0	240,00

Таблиця 2

Таблиця подання даних про пасивні елементи мережі

Початкова вершина	Кінцева вершина	Матеріал	Діаметр, м	Довжина, м	Положення засувки
1	2	Сталь	0,8	500	Відкрита
2	180	Сталь	0,7	1000	Відкрита
2	3	Сталь	05	500	Відкрита

Таблиця 3

Таблиця подання даних про навантаження

Початковий вузол	Витрати, л/с	Геодезична відмітка, м	Необхідний тиск, м	Вільний тиск, м
2	3,20	239,30	10,00	14,94
3	1,40	238,10	30,00	-35,91
4	2,80	233,50	18,00	-51,72
5	1,66	211,50	18,00	16,96

Таблиця 4

Таблиця подання даних про місцезоташування вершин мережі

Номер вершини	X-координата	Y-координата
1	15,73	1667
2	15,44	1760
3	12,20	1843
4	678	1705

Ключовими атрибутами у цих відношеннях є номери вузлів (у разі водоводів — номери початкової та кінцевої вершин). Очевидно, що наявність загального ключового атрибута з відношеннями навантажень, водоводів і насосних станцій дає можливість спільно використовувати ці відношення і формувати на їх основі нові відношення, призначені для вирішення конкретних задач.

Для подання даних про мережу в графічному вигляді виникає необхідність у відношенні, що визначає координати вузлів мережі. Оскільки нумерація вузлів мережі єдина для всієї бази даних, то очевидно стає можливість отримання інформації про технологічні параметри будь-якого об'єкта мережі в режимі візуалізації даних.

Для гіперкомпонентного аналізу мережі необхідно використовувати відношення, що визначають, з одного боку, склад і властивості компонент і гіперкомпонент, а з іншого — їх зв'язок з елементами мережі (табл. 5–7).

Ключовим атрибутом у відношенні, що визначає компонентні властивості ребра, є номери початкової та кінцевої його вершин. Для відношень, що визначають властивості компонент і гіперкомпонент, ключовими є атрибути їх номерів.

Таблиця 5

Таблиця подання даних про компоненти графа мережі (КГМ)

Початкова вершина	Кінцева вершина	Номер компоненти	Ліва гранична КГМ	Права гранична КГМ	Номер КГМ
1	2	78	78	78	1
1	115	65	78	66	1
2	3	78	78	79	1

Таблиця 6

Таблиця подання даних про склад і зв'язки компонент графа мережі

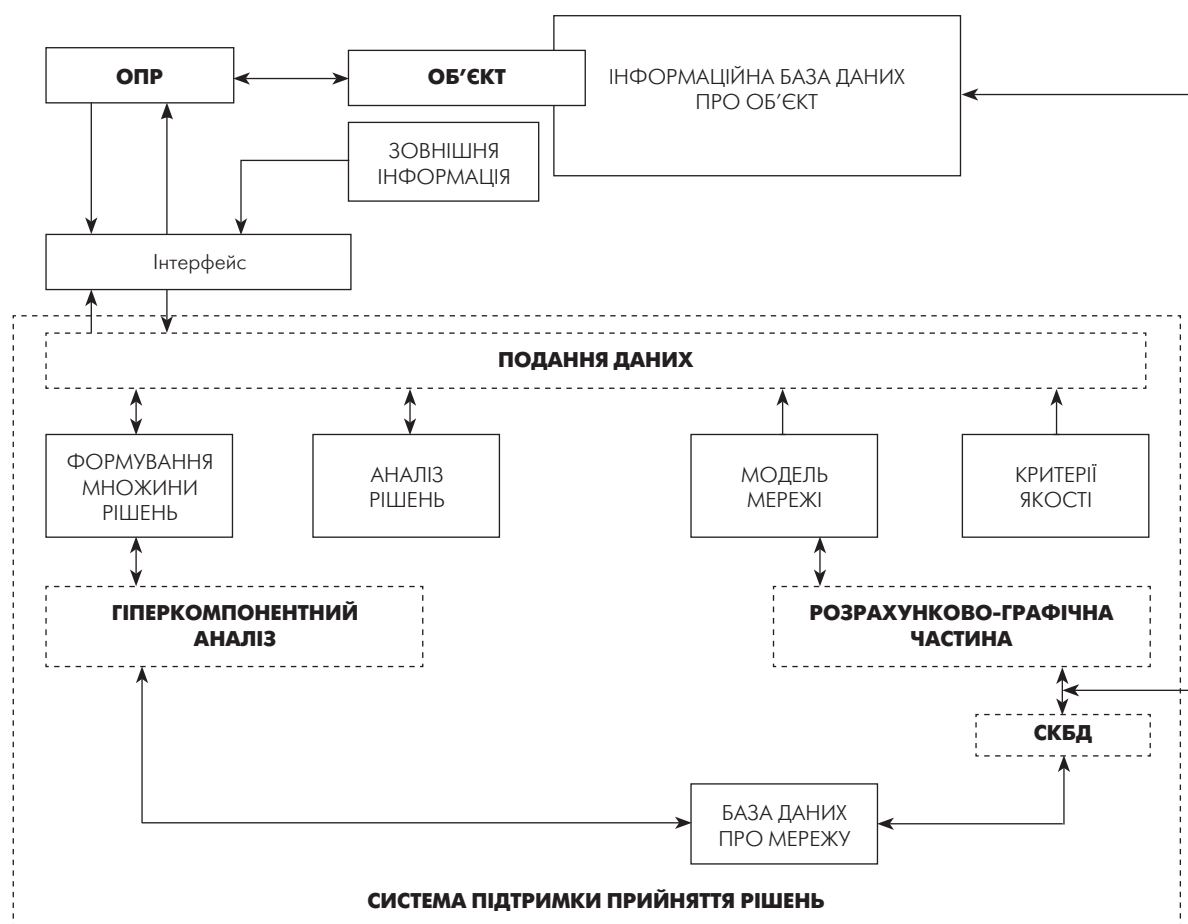
Номер компоненти	Склад компоненти	Замикаюча множина	Номер гіперкомпоненти
78	1-2, 2-3, 2-180, 2-181	3-4, 181-182	1
79	12-13	12-139, 13-14	1

Таблиця подання даних для гіперкомпонентного аналізу

Номер гіперкомпоненти	Склад гіперкомпоненти	Замикаюча множина
1	78, 79, 81, 101, 112, 114, 178, 182, 167	78, 178, 182, 167
2	12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 124	12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 124

Для повноти інформаційного уявлення необхідна вся сукупність даних, що характеризують потрібні для вирішення аварійних задач властивості об'єкта. Ці дані входять до складу інформаційної бази даних об'єкта, використовуються різними службами водопровідно-каналізаційного

господарства і повинні бути доступними в рамках проєктованої системи. Архітектура ДАСППР відображає взаємодію особи, яка приймає рішення (ОПР), об'єкта (водорозподільна мережа, абоненти мережі, зовнішнє середовище та ін.), інформаційної бази даних (рисунки).



Архітектура діалогової автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при управлінні поточкорозподілом у різні інтервали часу

Для зручності експлуатації ДАСППР інформація як розрахункового характеру, так і інформаційного подана з використанням “віконних технологій”, зручних для комплексного моні-

рингу ситуації. Експлуатація програмного інструментарію на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства засвідчила про зручність інтерфейсу, його простоту.

Таким чином, розроблено архітектуру діалогової автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при управлінні поточкорозподілом у різні інтервали часу. Впровадження програмного інструментарію в управління водопровідно-комунальним господарством довело його ефективність. Така система може бути адаптована до інших об'єктів, що описуються як інженерні мережі. Впровадження "іконних технологій" і зручний інтерфейс роблять цей програмний інструментарій корисним при використанні у виробничому процесі.



## Література

1. Рябченко И. Н. Моделирование процессов потоко-распределения в системах подачи и распределения воды с использованием ПЭВМ. — Харьков: ДСВ "Основа" при Харьков. ун-те, 1998. — 188 с.

2. Рябченко І. М., Моїсеєнко Н. В., Дозорова О. Ю. Автоматизоване управління фізичними процесами, що протікають у системах подачі й розподілу води в аварійних ситуаціях (математична модель) // Наукові праці МАУП. — 2007. — Вип. 1(15). — С. 24–27.

3. Рябченко І. М., Волков Д. О., Клімбовська А. В. Характеристика комплексної спеціалізованої інформаційної системи управління інженерними мережами на прикладі системи подачі й розподілу води // Наукові праці МАУП. — 2007. — Вип. 2(16). — С. 19–22.

4. Рябченко І. М., Гречухін О. В., Свиридов С. О. Теоретичні засади аварійного управління системами подачі й розподілу води // Наукові праці МАУП. — 2007. — Вип. 2(16). — С. 37–40.

*Проведен всесторонний анализ данных, используемых в расчетных задачах при графическом представлении данных. Предложена оригинальная модель данных с использованием "иконных" и "оконных" технологий. Разработанная диалоговая система внедрена в управление водопроводно-канализационным хозяйством предприятий Донецкого региона.*

*The conducted data analysis, which are used in computation tasks and at graphic presentation of data. The offered rational model of data, which is given as "icon" and "window" technologies. Application of the interactive system in production of the FMMWH Donetsk region led to his efficiency.*

**Надійшла 21 червня 2007 р.**