

Варчук І. В. (Україна, Вінниця)

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ТОПОЛОГІЧНОЇ СПОСТЕРЕЖУВАНОСТІ МОДЕЛЕЙ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ПАРАМЕТРІВ

Існує клас моделей систем управління станом довкілля, підвидом яких є клас систем моніторингу стану довкілля. В основі цих моделей лежать моделі екологічних систем, параметри яких необхідно вимірювати, оцінювати, прогнозувати та щодо яких необхідно синтезувати оптимальні закони управління. Однак, моніторинг екологічних систем та об'єктів набагато складніший за значно краще налагоджений моніторинг технічних систем і, через це, ускладнюється задача управління в екологічних системах, оскільки для них є характерними ситуації, коли на одних ділянках чи в окремі інтервали часу ці параметри є спостережуваними, а на інших ділянках чи в інший час – ні. Для математичних моделей технічних систем, наприклад електроенергетичних, розроблені спеціальні методи та технології аналізу спостережуваності цих систем з метою їх подальшої оптимізації для забезпечення повної спостережуваності на усіх ділянках та увесь час. Ці методи ґрунтуються на формалізації моделі у вигляді біхроматичного графу (граф із двома типами вершин: вершини-змінні і вершини-залежності між цими змінними) [1].

У той же час, Мокіним В. Б. та Гавенком О. В. було запропоновано метод формалізації складних математичних та алгоритмічних моделей динамічних просторово-розподілених систем, якими, як правило, є екологічні системи, у вигляді графа у геоінформаційному просторі параметрів (ГПП), який є просторово-логічно пов'язаним з об'єктами геоінформаційної системи (ГІС) цих систем [2]. Побудова ГПП ґрунтується на формалізації можливих аналітичних (функціональних) чи алгоритмічних зв'язків між параметрами моделей системи шляхом створення полігонів, вузлами яких є точки ГПП, що відповідають усім пов'язаним між собою параметрам у цих моделях, а самі залежності, що описують ці зв'язки, в інформаційному плані формалізуються («прив'язуються») як атрибути (параметри) цих полігонів, що зберігаються у базі даних ГІС. Приклад формалізації моделі системи у ГПП наведено на рис. 1.

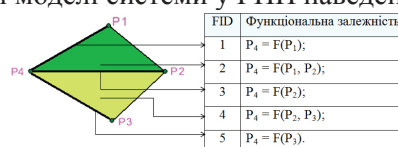


Рис. 1. Приклад схеми відповідності елементів ГПП залежностям між параметрами моделі

Для розв'язання поставленої задачі для моделей екосистем пропонується такий алгоритм:

1. Формалізація моделі у ГПП.
2. Трансформація моделі, формалізованої у ГПП, у біхроматичний граф за допомогою спеціальної системи правил.
3. Пошук максимальних паросполучень у синтезованому біхроматичному графі.
4. Оптимізація моделі екологічної системи (встановлення додаткових постів спостережень на ділянках, які не є спостережуваними, ідентифікація нових залежностей у моделі та ін.).

Отже, трансформувачи модель системи, формалізованої у ГПП, у класичний біхроматичний граф, можна далі його аналізувати для визначення топологічної спостережуваності та оптимізувати – для її підвищення. Даний алгоритм підходить для визначення топологічної спостережуваності математичних та інформаційних моделей будь-яких екологічних систем: річкових систем, агро- та біогеоценозів, що описуються відповідними моделями.

Отже, запропоновано метод визначення топологічної спостережуваності моделі екологічної системи, оснований на формалізації моделі цієї системи у геоінформаційному просторі її параметрів з подальшою трансформацією у класичний біхроматичний граф. Метод дозволяє не тільки визначити спостережуваність моделі системи, а й оптимізувати її.

### Література

1. Гамм А.З. Сенсоры и слабые места в электроэнергетических системах / А.З. Гамм, И.И. Голуб. – Иркутск: СЭИ СО РАН, 1996. – 99 с.
2. Мокін В. Б. Інформаційні технології автоматизації обробки параметрів геоінформаційних систем з геометричними мережами : монографія / В. Б. Мокін, В. Г. Сторчак, С. М. Крижановський, О. В. Гавенко, В. Ю. Балачук. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 196 с.