

УДК 658.265

КОМБІНАТОРНІ РІШЕННЯ В ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ТОПОЛОГІЇ СИСТЕМ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В. Л. Коваленко

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра електротехніки та
енергетичного менеджментуЗапорізька державна інженерна академія
пр. Леніна, 226, м Запоріжжя, Україна, 69006
Контактний тел.: 063-240-50-05, 099-621-96-38
E-mail: telkom82@mail.ru

В статті наводяться алгоритмічні та програмні засоби, розроблені для визначення оптимальної за обраним критерієм топології систем гідроенергетичної утилізації промислових підприємств із застосуванням алгоритмів комбінаторного об'єднання джерел вторинної води з центрами збору гідроресурсів

Ключові слова: комбінаторика, система гідроенергетичної утилізації, вторинні гідроенергоресурси

В статье приводятся алгоритмические и программные средства, разработанные для определения оптимальной по выбранному критерию топологии систем гидроэнергетической утилизации промышленных предприятий с применением алгоритмов комбинаторного объединения источников вторичной воды с центрами сбора гидроресурсов

Ключевые слова: комбинаторика, система гидроэнергетической утилизации, вторичные гидроэнергоресурсы

1. Вступ

Основним і найбільш складним питанням у задачі створення оптимальних систем утилізації гідроенергетичних ресурсів (СГЕУ) промислових підприємств є визначення топології системи збору вторинних потоків, що визначає втрати в складових елементах останньої і від якої напряму залежить ефективність процесу генерації електричної енергії. Очевидно, що впровадження СГЕУ з оптимізованою структурою і параметрами дозволить отримувати її найкращі енергетичні і економічні показники.

2. Основна частина

Основною кінцевою задачею впровадження систем утилізації гідроенергетичних ресурсів промислових підприємств є отримання електричної енергії для забезпечення живлення власних споживачів. Кількість її буде напряму залежати від конфігурації системи збору і розосередження джерел вторинної води. Очевидно, що впровадження СГЕУ з оптимізованими параметрами дозволить отримувати її найкращі енергетичні і економічні показники.

Для більш точного вирішення топологічної задачі в роботі розглядається питання формування множини комбінацій об'єднання джерел вторинної води з центрами збору гідроресурсів. Математично вона найбільш правильно описується поняттям, що називається композицією. У теорії чисел композицією натурального числа називається його представлення

у вигляді упорядкованої суми натуральних додатків. Ті з останніх, що до неї входять, називають частинами, а їх кількість - довжиною композиції. Вони є досить добре вивченими комбінаторними об'єктами, тому є безліч алгоритмів їх послідовної генерації [1-12]. Однак, в даному випадку останні не можуть бути застосовані в наявному вигляді, оскільки в них не розглядаються перебори всередині кожної композиції числа $r=2^{m-1}$. Тобто, наприклад, якщо на об'єкті гідроенергетичної утилізації є 3 джерела вторинної води, то згідно з формулою маємо $2^{3-1}=4$ комбінації їх об'єднання: (1 1 1; 1 2; 2 1; 3). Але, можливі ситуації, коли декілька джерел зводяться в один центр збору (у даному випадку загальна їх кількість дорівнює 3), при цьому деякі з останніх залишаються незадіяними. Тобто, їм присвоюється нульове значення, тоді маємо (1 1 1; 1 2 0; 1 0 2; 0 1 2; 2 1 0; 2 0 1; 0 2 1; 3 0 0; 0 3 0; 0 0 3). При цьому також кожен член ряду має внутрішній перебір, коли, наприклад, джерело або їх група з'єднуються по черзі трубопроводами з різними центрами збору. У такому випадку загальна кількість варіантів збільшується. Дані проблеми в запропонованому алгоритмі вирішені на основі побудови математичних дерев [4].

Найбільш розповсюдженими є впорядковані дерева другого ступеня [1, 2], які ще називають бінарними (відповідно до кількості гілок, що виходять з кореня). На рис. 1 в якості приклада представлені дерева з різною кількістю вершин $n=1...7$.

Але представлені бінарні дерева не враховують варіанти, де джерела вторинної води в центрах збору відсутні. Тому, пропонується модифікувати їх, додавши середню гілку. Утворення комбінацій вищезгадано-

го об'єднання відбувається наступним чином: індекси найвіддаленіших від кореня дерева елементів, що називаються листками, з яких по черзі починається його обхід і формування порядку комбінацій, записуються в так звані комірки. Кількість останніх відповідає числу центрів збору, а індекси в них – кількості джерел води, що їм належать.

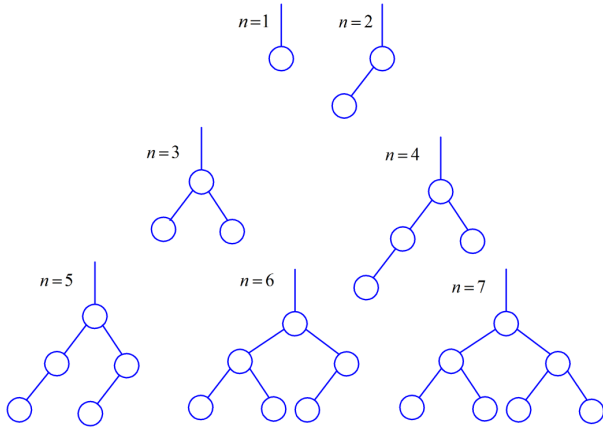


Рис. 1. Бінарні дерева з різною кількістю вершин

На основі проведеного аналізу існуючих правил побудови дерев [1, 2, 4], були сформульовані наступні принципи їх синтезу, що враховують вищезазначені особливості:

- а) обхід дерева починається з найвіддаленішого листка;
- б) кількість комірок дорівнює числу центрів збору;
- в) ліва гілка – збільшити останнє значення в комірці на одиницю;
- г) права гілка – покласти в сусідню комірку одиницю;
- д) центральна – покласти в сусідню комірку 0.

До того ж, на побудову дерева, що враховує специфіку поставленої задачі, щоб спростити його і виключити утворення повторних комбінацій накладаються наступні обмеження і правила:

- від вузлів з індексами «1» відходять тільки праві гілки;
- праві гілки відходять тільки від вузлів з індексами «1» і «2».

Згідно з представленою алгоритмічною послідовністю визначення комбінацій об'єднання джерел вторинної води з центрами збору, число варіантів з урахуванням внутрішніх переборів $c_k = 1, r$ буде, в даному випадку, дорівнювати:

$$r = p^k, \quad (1)$$

де k і p - кількість джерел води і центрів збору, відповідно.

Алгоритм працює на основі евристичного методу розрахунку і реалізує метод повного перебору з відсіченням [4].

На рис. 2 побудовано дерево для випадку 4-х джерел вторинної води і 3-х центрів збору, що відповідає реальній топології розташування обладнання на території доменного цеху ПАТ «Комбінат «Запоріжсталь - АГ». В результаті наведеного вище

підходу отримані таким чином комбінаторні варіації занесено до табл. 1.

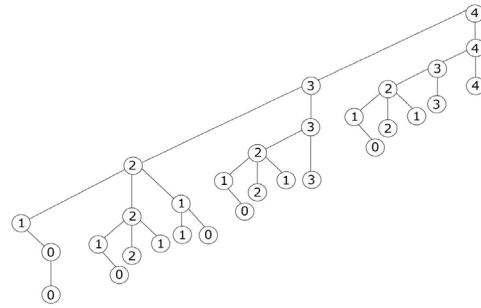


Рис. 2. Побудова дерева для випадку 4-х джерел і 3-х центрів збору

Для автоматизації процесу обробки даних щодо визначення оптимальної системи гідроенергетичної утилізації, розроблено відповідний програмний продукт, реалізований на мові програмування C++ (інтерфейс зображено на рис. 3), який включає в себе вищезазначений алгоритм і значно спрощує і прискорює розрахунки.

Таблиця 1

Комбінації об'єднання джерел вторинної води з центрами збору гідроресурсів

	№ центру збору		
	1	2	3
Кількість джерел води, що з'єднані з центрами збору	0	0	4
	2	0	2
	1	1	2
	0	1	3
	2	1	1
	1	2	1
	3	0	1
	2	2	0
	1	3	0
	3	1	0
	4	0	0
	0	3	1
	0	2	2
0	4	0	
1	0	3	

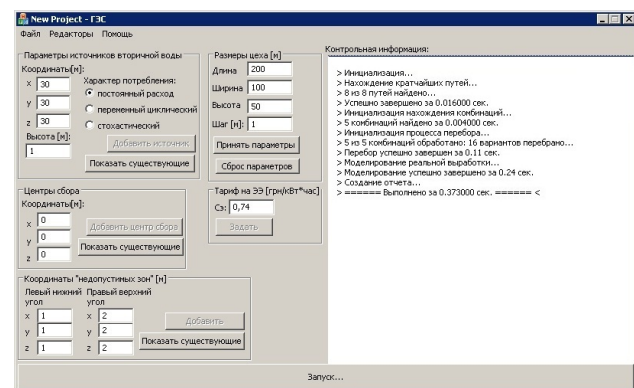


Рис. 3. Програма визначення оптимальної системи гідроенергетичної утилізації промислових підприємств

3. Висновки

Отже, запропонований підхід дозволить гарантовано розглянути всі можливі комбінації об'єднання джерел вторинної води з центрами збору на об'єкті

гідроенергетичної утилізації і обрати кращий з них за визначеним критерієм. Вищезазначена алгоритмічна послідовність дозволяє реалізувати метод розрахунку СГЕУ з оптимізованими структурою і параметрами.

Література

1. Кручинин, В.В. Методы построения алгоритмов генерации и нумерации комбинаторных объектов на основе деревьев И/ИЛИ : учеб. пособ. / Кручинин В.В. – Томск : В - Спектр, 2007. – 200 с.
2. Kreher, D. L. Combinatorial algorithms: Generation, Enumeration and Search [Текст] / D. L. Kreher, D. S. Stinson. – CRC Press, 1998. – 329 p.
3. Эндрюс, Г. Теория разбиений : учеб. пособ. [Текст] / Эндрюс Г. – М. : Наука, 1982. – 256 с.
4. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных [Текст] / Вирт Н.; пер. с англ. Л.Б. Подлесной. – М. : Мир, 1989. – 360 с.
5. Риордан, Дж. Введение в комбинаторный анализ : учеб. для вузов [Текст] / Дж. Риордан ; пер. с англ. Л.Е. Садовского. – М. : Наука, 1963. – 138 с.
6. Ерош, И.Л. Дискретная математика. Комбинаторика : учеб. пособ. [Текст] / Ерош И.Л. – М. : Мир, 2001. – 37 с.
7. Раизер, Г. Дж. Комбинаторная математика учеб. для вузов [Текст] / Раизер Г. Дж. – М. : Наука, 1966. – 126 с.
8. Андерсон, Д. Дискретная математика и комбинаторика : учеб. для вузов [Текст] / Д. Андерсон – М. : «Вильямс», 2006. – 960 с.
9. Стенли, Р. Перечислительная комбинаторика : учебн. пособ. [Текст] / Р. Стенли. – М. : Мир, 1990. – 440 с.
10. Рейнгольд, Э. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика : учеб. для вузов [Текст] / Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. – М. : Мир, 1980. – 476 с.
11. Кнут, Д. Искусство программирования. Основные алгоритмы. Т. 1. 3 - е изд : учеб. пособ. [Текст] / Д. Кнут. – М. : Вильямс, 2006. – 720 с.
12. Емеличев, В.А. Лекции по теории графов : учеб. пособ. [Текст] / [В.А. Емеличев, О.И. Мельников, В.И. Сарванов и др.]. – М. : Наука, 1990. – 384 с.

Abstract

The calculation of systems of utilization of hydropower resources of industrial enterprises with optimized structure and parameters is a very complex task that requires the development of an appropriate mathematical tool. As the amount of generated power from the secondary hydropower resource depends on the topology of such systems, it is obvious that solution of this problem will provide the best energy and economic indicators. Therefore, the article presents algorithmic and software tools with algorithms of combinatorial integration of sources of secondary water with the hydropower resources collection center, which allow the determination of the optimal topology of hydropower utilization system, according to the selected criteria. To implement this goal, the mathematical apparatus, based on the construction of modified trees, was used. The algorithm is based on the heuristic method of calculation, and it implements the exhaustive method and considers options, where sources of secondary water in the collection centers are not available, i.e. "zero options."

This approach will permit to consider all possible combinations of the integration of sources of secondary water with hydropower resources collection centers and to choose the best of them according to a certain criterion, i.e. to calculate the hydropower utilization system with optimal structure and parameters.

Keywords: *combinatorics, hydropower utilization system, secondary hydropower*