

УДК 519.168:658(045)

АЛГОРИТМ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИХ КОМПЛЕКТІВ МІЖ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Литвиненко О. Є., д-р техн. наук; Цивінський К. В.

Національний авіаційний університет

litvinen@nau.edu.ua

Розроблено алгоритм розв'язання задачі розподілу електромонтажних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом. Наведено алгоритм, який дає змогу мінімізувати термін виконання комплексу електромонтажних робіт за наявності обмеженої кількості одиниць технологічного транспорту.

Ключові слова: електромонтажне виробництво, багатоваріантна задача, технологічний транспорт, електромонтажні комплекти, оптимізаційний характер задачі, технологічні комплекти для монтажу, комбінаторний характер задачі, тривалість пресування, спрямований перебір варіантів, рівномірний розподіл.

The algorithm of decision of task of distributing of electrical mounting complete sets for editing of objects between a technological transport is developed. The resulted algorithm allows to minimize the term of implementation of complex electrical mounting works at presence of the limited amount of units of technological transport.

Key words: electrical production, multiple task, technological transport, electrical sets, character optimization problem, technology kits for assembly, combinatorial nature of the problem, time pressing, directed enumeration, uniform distribution.

Вступ

Електромонтажне виробництво є невід'ємною частиною будівельної галузі народного господарства, зростання якої зумовлює економічний ріст у країні в цілому та є передумовою для вирішення багатьох соціальних проблем.

Електромонтаж є необхідною складовою виробництва. Його розвиток характеризує як рівень розвитку електричних мереж країни, так і забезпечення її безпеки.

Галузь електромонтажу є одним з важливих складових житлового та промислового будівництва. Електромонтаж відноситься до важливих галузей і його продукт визначає рівень розвитку народного господарства країни. Він забезпечує розвиток інфраструктури населених пунктів, житлових будинків, споруд, пов'язує промисловість з електрогенеруючими компаніями.

Продукт підприємств даної галузі відіграє вирішальну роль у реалізації досягнень науково-технічного прогресу в усіх областях господарства. Зрозуміло, що при визначенні ефективності діяльності інтегрованої структури необхідно враховувати численні показники і чинники, що впливають на підприємство і його оточення.

Поясненням тому є неможливість існування сучасного електромонтажу без розвинутої системи інтеграційних зв'язків і форм її складових.

Об'єкти будівництва, які споруджуються для задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства, називаються спорудами. За геометричною ознакою всі вони поділяються на:

об'ємні (будинки всіх видів і призначень), майданчикові (спортмайданчики, складські території) і лінійні (дороги, повітряні лінії електропередачі, зовнішні трубопроводи).

Виходячи з аналізу розвитку будівельного комплексу, можна стверджувати, що електромонтажне виробництво має ряд особливостей, які полягають у територіальній роз'єднаності об'єктів, їх різноманітності за обсягом електромонтажних робіт, що спонукає до необхідності виконання електромонтажних робіт одночасно на декількох об'єктах, постійне переміщення засобів праці та робочої сили й застосування нетипових методів організації підготовки інженерних робіт на кожному споруджуваному об'єкті.

Для ефективного керування процесом виробництва і досягнення запланованих результатів роботи, зменшення непродуктивних витрат, зумовлених простоями або недостатністю ресурсів, необхідна автоматизація планування проведення електромонтажних робіт.

Різноманітний характер цієї задачі потребує застосування для її розв'язання ефективних математичних методів з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Основна мета статті — описати алгоритм розподілу технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом, який може бути використаний у методі знаходження оптимальних рішень, що регламентують основну виробничу діяльність електромонтажних підприємств.

Постановка завдання

В електромонтажному виробництві, як у будь-якому виді матеріального виробництва, основним процесом, що формує структуру об'єкта управління, є виробничий.

Виробничий процес — це сукупність взаємозв'язаних, раціональних, цілеспрямованих дій, що забезпечують електрифікацію об'єктів.

Усю різноманітність процесів можна поділити на три групи:

- основні технологічні процеси;
- допоміжні технологічні процеси;
- обслуговуючі процеси.

Сукупність цих процесів складає виробничий будівельний процес, який і є об'єктом управління.

Як правило, електромонтажні роботи виконуються в дві стадії. На першій стадії повинні виконуватися всі підготовчі і заготовчі роботи, включаючи установку закладних деталей в будівельні конструкції, підготовку трас електропроводок і заземлення, заготівку силових і освітлювальних електропроводок, збірку укрупнених вузлів і блоків, попереднє регулювання, перевірку і випробування електроустаткування, апаратури і машин на стендах і т. п. Роботи першої стадії виконують одночасно з основними будівельними і спеціальними роботами.

На другій стадії виконують монтаж електроустаткування, скомплектованого в укрупнені вузли і блоки, виробляють прокладку електричних мереж по заготовці, виконаної на першій стадії робіт, оброблення і під'єднання дротів і кабелів до електроустаткування і т. д. Виконання електромонтажних робіт у дві стадії забезпечує збереження електроустаткування та електричних мереж, підвищення якості монтажу електроустановок і їх надійності в експлуатації. У закритих розподільчих пристроях, у машинних залах прокатних цехів, у приміщеннях розподільних щитів, постів і станцій управління, в камерах трансформаторів, тунелях і каналах монтаж електроустаткування на другій стадії повинен виконуватися після повного закінчення будівельних, оздоблювальних і спеціальних робіт.

Під час використання електротехнічного устаткування у вигляді комплектних великоблочних пристроїв досягається значний економічний ефект: скорочуються терміни розробки проекту і об'єм проектної документації, наприклад проектування цехових підстанцій і розподільчих пристроїв по суті зводиться до їх комплектації по каталогах заводів-виробників.

При широкій індустріалізації електромонтажних робіт найбільш трудомісткі з них виконують поза монтажною зоною одночасно з будівельними роботами. Монтаж на об'єкті перетворюється на зборку і установку комплектних пристроїв і

готових монтажних вузлів, блоків і виробів, прокладку мереж і їх приєднання до приладів і апаратів. Тривалість монтажу визначається часом, необхідним для цієї установки і виробництва всіх під'єднувань. Монтаж електроустаткування, електроконструкцій і проводок, заздалегідь скомплектованих в укрупнені блоки і вузли, виконується меншим числом робітників і в коротші терміни. Індустріалізація відповідає вимогам прискорення темпів виконання електромонтажних робіт, значно скорочуючи тривалість монтажу.

Вихідні дані, необхідні для розв'язання задачі «Розподіл технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом», формально задаються у вигляді наступного набору величин і множин, що задовольняє вимозі мінімальності обсягу інформації, що вводиться в обчислювальну систему:

I^{BD} — множина номерів технологічних комплектів для монтажу об'єктів, що підлягають переміщенню перед початком реалізації технологічних процесів електромонтажних робіт;

$\{p^0(i); i \in I^{BD}\}$ — множина номерів об'єктів, на яких знаходяться технологічні комплекти для монтажу на початку розглянутого періоду часу;

$\{p_i; i \in I^{BD}\}$ — множина номерів об'єктів, на які необхідно перемістити технологічні комплекти для монтажу перед підготовкою їх до виконання робіт;

$\{N(i); i \in I^{BD}\}$ — множина натуральних чисел, що визначають порядок пересування технологічних комплектів для монтажу об'єктів будівництва на вихідні позиції перед початком реалізації технологічних процесів електромонтажних робіт; $1 \leq N(i) \leq m^{BD}$;

n — кількість технологічного транспорту, що може бути використані для переміщення технологічних комплектів для монтажу об'єкта;

t^0 — заданий момент часу початку пересування технологічного комплекту на об'єкт монтажу;

Технологічні комплекти для монтажу об'єктів, що підлягають переміщенню, розподіляються між технологічним транспортом та упорядковуються відповідно до порядкових номерів $N(i); i \in I^{BD}$. При $n > 1$ технологічні комплекти для монтажу пересуваються технологічним транспортом паралельно, але в послідовності, обумовленій порядковими номерами $N(i); i \in I^{BD}$.

У формальній постановці задачі «Розподіл технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом» можна подати в такий спосіб.

Є послідовність технологічних комплектів для монтажу об'єктів:

$$Q^{BD} = (i_v; v=1, \overline{m^{BD}}),$$

упорядкована в міру зростання $N(i_v)$:

$$N(i_v) < N(i_{v+1}); v=1, \overline{m^{BD}-1}.$$

Необхідно декомпонувати її на n послідовностей

$$Q_r^{BD} = (i_v; v \in N_r^{BD}); r = \overline{1, n},$$

які включали б усі елементи множини I^{BD} і зберігали усередині себе такий же порядок їх чергування.

Тут N_r^{BD} — підмножина порядкових номерів технологічних комплектів для монтажу об'єктів у загальній послідовності Q^{BD} , що входять в r -у особисту послідовність Q_r^{BD} .

При цьому передбачається, що кількісний розподіл технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом максимально наближений до рівномірного.

Алгоритм розв'язання задачі

Алгоритм розв'язання задачі «Розподіл технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом» складається з таких етапів:

1. Визначення мінімальної кількості технологічних комплектів для монтажу, що закріплюються за окремим технологічним транспортом:

$$a = \left\lceil \frac{m^{BD}}{n} \right\rceil,$$

де квадратною дужкою позначена ціла частина частки від ділення.

Розрахунок кількості технологічних комплектів для монтажу, що залишилися не закріплені за технологічним транспортом після рівномірного розподілу технологічних комплектів для монтажу.

2. Визначення кількості технологічних комплектів для монтажу, що залишилися не закріплені за технологічним транспортом після рівномірного розподілу $a \times n$ технологічних комплектів для монтажу:

$$b = m^{BD} \pmod{n}.$$

3. Далі в циклі по $r = \overline{1, n}$ виконуються такі операції:

— знаходження кількості елементів у послідовностях технологічних комплектів для монтажу, що закріплюються за технологічним транспортом:

$$q_r = \begin{cases} a+1, & \text{якщо } (b \neq 0) \& (1 \leq r \leq b); \\ a, & \text{якщо } (b = 0) \vee (b \neq 0) \& (r > b), \end{cases}$$

— формування підмножин порядкових номерів технологічних комплектів для монтажу в загальній послідовності Q^{BD} , що входять у r -у приватну послідовність

$$N_r^{BD} = \{r\} \cup \{r+cn; c = \overline{1, q_r-1}\};$$

— розрахунок часу початку переміщення i_r -го технологічного транспорту:

$$t_{i_r}^H = t^0;$$

— розрахунок часу завершення переміщення i_r -го технологічного транспорту:

$$t_{i_r}^K = t_{i_r}^H + \tau[p^0(i_r), p_{i_r}],$$

де $\tau[p^0(i_r), p_{i_r}]$ — тривалість пресування r -го тягача з позиції $p^0(i_r)$ до позиції p_{i_r} , на якій знаходиться i_r -й технологічний комплект на початку розглянутого періоду часу.

Цим завершується цикл за параметром $r = \overline{1, n}$.

Після реалізації циклу для $r = n$ процес розв'язання задачі «Розподіл технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом» завершується.

Розв'язок задачі наведемо у вигляді набору послідовностей:

$$Q_r^{BD} = (i_v; v \in N_r^{BD}); r = \overline{1, n}.$$

Цю задачу можна віднести до розрахункових.

Схему алгоритму розв'язання задачі «Розподіл технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом» подана на рисунку.

Виходячи з аналізу розвитку будівельного комплексу, можна стверджувати, що електромонтажне виробництво має ряд особливостей, які полягають у територіальній роз'єднаності об'єктів, їх різноманітності по обсягам робіт, що спонукає до необхідності виконання електромонтажних робіт одночасно на декількох об'єктах, постійне переміщення засобів праці та робочої сили й, застосування нетипових методів організації підготовки інженерних робіт на кожному споруджуваному об'єкті.

Для ефективного керування процесом виробництва і досягнення запланованих результатів роботи, зменшення непродуктивних витрат, зумовлених простоями або недостатністю ресурсів, необхідна автоматизація рішення планування проведення електромонтажних робіт.

Різноманітний характер даної задачі, вимагає застосування для її розв'язання ефективних математичних методів з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

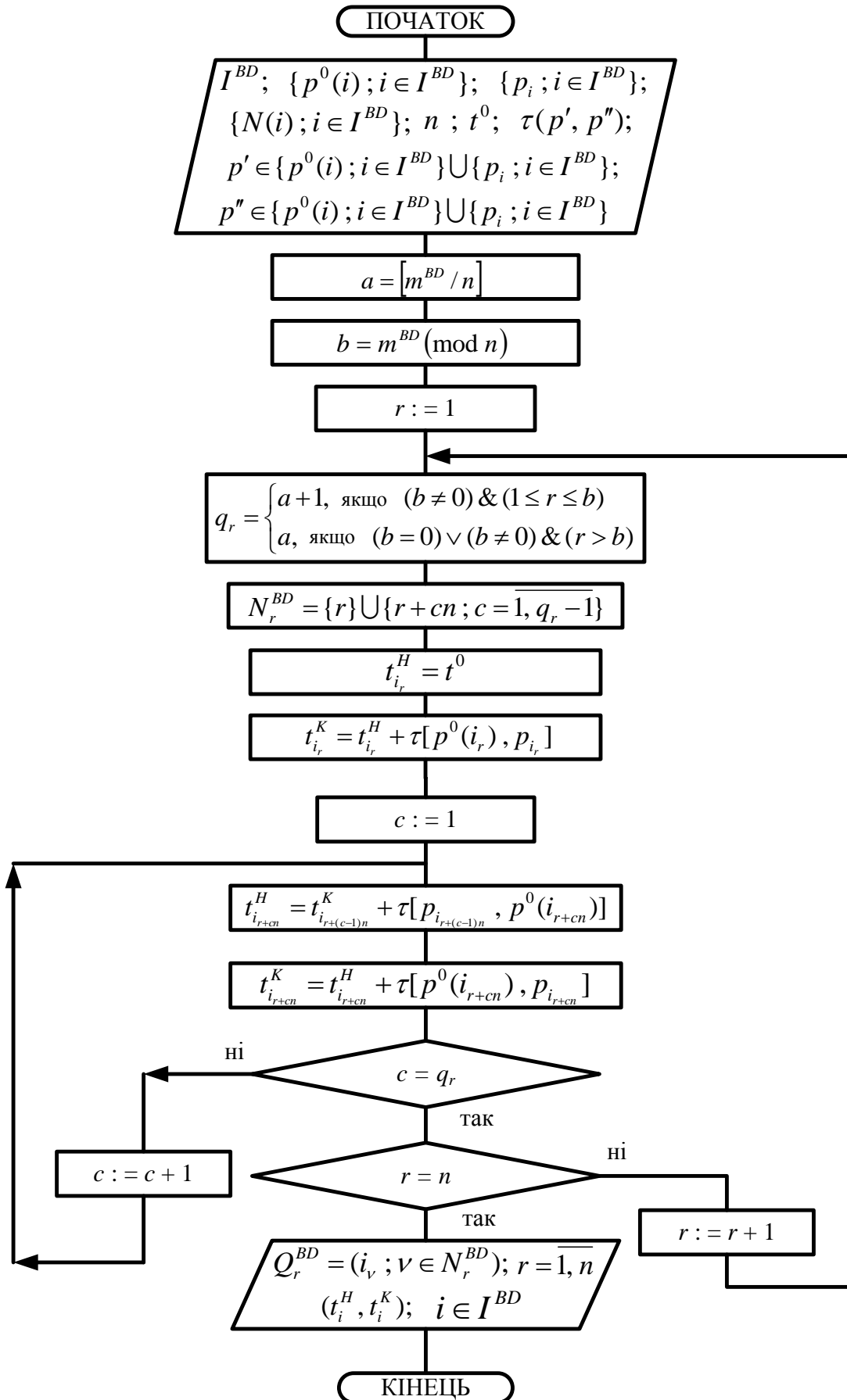


Схема алгоритму розв'язання задачі «Розподіл технологічних комплексів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом»

Висновки

Задача розподілу електромонтажних комплектів між технологічним транспортом є багато-варіантною та має оптимізаційний й комбінаторний характер.

Тому для її розв'язання можна використовувати ефективний метод спрямованого добору варіантів [5].

Однак проведені експерименти дають підставу вважати доцільним обмежитися наведеним вище алгоритмом, який дає змогу отримувати рішення, достатньо близькі до оптимальних, за значно коротший термін.

Наведений алгоритм має властивість повноти, але розв'язки, що знаходяться за його допомогою, носять наближений характер через штучний перехід від безперервного часу до дискретного.

Оскільки конструктивна формалізація розглянутої задачі в безперервному часі, що дає змогу знаходити точне оптимальне її рішення з урахуванням всіх реальних обмежень, потребує занадто високих затрат обчислювальних ресурсів.

У подальшому розвитку описаного підходу до розподілу технологічних комплектів для монтажу об'єктів між технологічним транспортом може слугувати перехід до стохастичних моделей, у яких всі тимчасові показники розглядаються як випадкові величини із заданими законами розподілу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Алексеев А. Г.* Економіка, організація і планування електромонтажних робіт / А. Г. Алексеев. — М. : Стройиздат, 1989. — 366 с.
2. *Стус Н. Г.* Технологія електромонтажних робіт на електростанціях і підстанціях / Н. Г. Стус, Л. Н. Махлина. — М. : Академія, 1982. — 568 с.
3. *Каєтанович М. М.* Механізми і засоби для електромонтажних робіт / М. М. Каєтанович. — М. : Госенергоиздат, 1969. — 512 с.
4. *Ктиторов А. Ф.* Основні прийоми и способи виконання електромонтажних робіт / А. Ф. Ктиторов. — М. : Высш. шк., 1982. — 128 с.
5. *Литвиненко О. Є.* Метод спрямованого перебору в системах керування й діагностування / О. Є. Литвиненко. — К. : Науково-видавничий центр НБУВ, 2007. — 328 с.

Стаття надійшла до редакції 11.09.10.