М.С. Софронова, канд. фіз.-мат. наук, доц. *(ХДУХТ, Харків)*

РІЗНІ МЕТОДИ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ

Задача календарного планування (оптимального складання розкладу) є первинною для будь-якої ділової людини. От якісно складеного начальником цеху графіка робіт залежить ефективність роботи цеху і виробництва в цілому (особливо конвеєрного). Будь-яка людина, плануючи свій день або інший проміжок часу, вирішує задачу розкладу. Ця задача при порівняно невеликому проміжку часу, наявності досвіду і невеликий похибці може вирішуватися однією людиною, але коли справа стосується великого виробництва в ринкових умовах похибка є фатальною. Тому з розвитком обчислювальних технологій ведуться розробки автоматизованих систем календарного планування. В деяких окремих випадках вдалося розробити алгоритми, здатні знайти рішення за прийнятний час. Але оскільки більшість задач є багатокритеріальними і відносяться до класу NP-повних, розробка оптимального алгоритму дуже сильно ускладняється. Алгоритми, складені для різних сфер суспільства, можуть мати багато спільного. Тому методи, розроблені для одного підкласу задач, часто можна перенести на інші.

Серед існуючих методів розв’язання задач календарного планування можна виділити наступні: метод імітації відпалу, алгоритм розфарбування графа, імітаційне моделювання, логічне програмування в обмеженнях, генетичні алгоритми тощо. Зупинимося на деяких з них.

Метод імітації відпалу. Ідея алгоритму запозичена з досліджень поведінки атомів металу в процесі його відпалу. Переходячи до математичної моделі, визначимо, що в задачі складання розкладу може грати роль енергії і стан об’єкта, якого така «енергія» може характеризувати. Один з можливих варіантів – це розгляд у якості енергії цільової функції, заснованої на штрафах, що додаються до поточного розкладу за кожен незручний в ньому момент, а в якості низькоенергетичного стану – коректний (хоча і невідоме) розклад.

Алгоритм розфарбування графа. Для постановки задачі складання розкладу як задачі розфарбування графа будується граф, у якому кожна вершина являє собою заплановану роботу (наприклад, навчальне заняття). У тому випадку, якщо між будь-якими двома вершинами можливі конфлікти, наприклад, обидві роботи проводяться з одночасним використанням того чи іншого ресурсу (наприклад, заняття проводяться в одній аудиторії), то вони з’єднуються ребром. Це еквівалентно забороні одночасного проведення цих робіт. Тоді задача складання розкладу представляється як мінімізація числа квітів, необхідних для розфарбування графа. Кожен колір відповідає одному періоду розкладу. Застосування цього підходу для вирішення реальних задач є, мабуть, малоефективним. У той же час, задача розфарбування графа при складанні розкладів може виявитися корисною в разі її комбінації з іншими алгоритмами.

Генетичні алгоритми в своїй основі використовують ітераційну техніку поліпшення результатів. Протягом однієї ітерації вони шукають рішення, найкраще в околицях знайденого. Якщо таке рішення знайдено, воно стає поточним і починається нова ітерація. Це продовжується до тих пір, поки приріст цільової функції не зменшиться практично до нуля або не виконається задану кількість ітерацій. Очевидно, що такі методи орієнтовані на пошук лише для локальних оптимумів, причому положення знайденого оптимуму залежить від стартової точки. Глобальний оптимум може бути знайдений тільки випадково. Для підвищення ймовірності знаходження глобального оптимуму використовується множинний експеримент з різними початковими точками, що істотно збільшує час пошуку.

Запропонований в роботі метод є деяким різновидом генетичного алгоритму та зводить задачу до однієї з задач геометричного проектування. Для розв'язання задачі N робіт T_i розглядаються як n-паралелепіпеди P_i з розмірами $r_{ik}, k=\overline{1,n}$. Задану кількість ресурсів представимо також у вигляді n-паралелепіпеду R_0 з розмірами r_{0k}, де величина $r_{01}=d$ є змінною та $r_{ik} \le r_{0k}$, $k=\overline{2,n}$.

Необхідно мінімізувати величину d (що відповідає мінімізації загального часу виконання усіх робіт) за умови, що $P_i \subset R_0, i=\overline{1,N}$ $\operatorname{int} P_i \cap \operatorname{int} P_j = \varnothing, i=\overline{1,N-1}; j=\overline{i+1,N}$.

Розроблений модифікований метод, дозволяє розв'язання задачі складання розкладу, пов'язаної з раціональним розподілом наявних ресурсів, звести до спрямованого перебору допустимих варіантів розподілу цих ресурсів. Як результат, визначаються строк та послідовність виконання робіт, що гарантують оптимальне (у деякому сенсі) розв'язання задачі в рамках відведених ресурсів.

Проведені обчислювальні експерименти підтверджують ефективність описаного методу з точки зору генерації розкладів, близьких до оптимальних, принаймні, на невеликих контрольних тестах $(N \le 25)$, $(n = 2, \ldots 5)$.