

ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Полукаров О.І., канд.техн.наук, доц. (каф. ОПП і ЦБ НТУУ “КПІ”)

Важливою властивістю оптимальних рішень, які отримують на основі статичних математичних моделей, є їх стійкість у часі. Але в багатьох задачах прийняття рішень у сфері охорони праці основні параметри і обмеження, такі як сировинні і людські ресурси, змінюються у часі, що відзначає їх динамічний характер. Дійсно, збільшення тривалості планового періоду може істотно вплинути на правильність поточного вибору.

Потрібно відмітити, що динамічна задача не зводиться повністю до задачі оптимізації для послідовних періодів часу, що розглядаються ізольовано один від одного. Так, наприклад, вирішуючи задачу раціонального вибору плану заходів по підвищенню безпеки устаткування, керівник підприємства може допустити деякі зниження вимог до устаткування, яке в певні періоди часу буде мало використовуватись. При цьому очевидно, що в такій оптимізаційній задачі не вдасться представити модель як просту сукупність невзаємопов'язаних задач оптимізації для кожного періоду часу.

Загальним для всіх моделей цієї категорії є те, що поточні управлінські рішення проявляються як в період, що відноситься безпосередньо до моменту прийняття рішення, так і в подальші періоди. Такого роду наслідки, як правило, будуть істотними в тих випадках, коли мова йде про управлінські рішення, пов'язані з можливістю нових капіталовкладень, збільшення виробничих потужностей або навчання персоналу з метою створення передумов для збільшення прибутковості або скорочення витрат в подальші періоди.

Типовими областями застосування моделей динамічного програмування при прийнятті рішень у сфері охорони праці на підприємстві є:

- розроблення правил управління запасами засобів індивідуального захисту, які визначають момент поповнення запасів і розмірів поповнюючого замовлення;

- визначення необхідного об'єму запасних частин, який гарантує ефективне використання дорогого устаткування;

- розподіл дефіцитних капітальних вкладень між можливими новими напрямками їх використання;

- складення календарних планів поточного і капітального ремонту складного устаткування для підвищення безпеки виробництва;

- розроблення довгострокових правил заміни основних фондів, строк експлуатації яких закінчився, для підвищення безпеки виробництва.

Реальні задачі оптимізації є складними, а ефективний інструмент їх розв'язання в загальному вигляді відсутній. Розв'язання багатьох задач математичного програмування можна спростити, якщо розгорнути процес планування поетапно, тобто використати метод динамічного програмування. Суть методу в тому, що визначення точок оптимального розв'язку цільової

функції багатьох змінних замінюють багаторазовим пошуком точок екстремуму однієї змінної або невеликого числа змінних.

Динамічне програмування - це поетапне планування багатокрокового процесу, при якому на кожному етапі оптимізують тільки один крок. Причому управління на кожному кроці повинно вибиратися з урахуванням всіх його наслідків у майбутньому. Використання методів динамічного програмування дозволяє осмислено структурувати реальну задачу довгострокового планування з урахуванням умов здійснення проекту, що міняються у часі. У задачах, що розв'язуються методом динамічного програмування, значення цільових функцій для всього процесу визначається простим підсумовуванням частинних значень $f_i(x)$ цієї ж функції на окремих кроках, тобто

$$f(x) = \sum_{i=1}^m f_i(x) \quad (1)$$

Розглянемо загальну схему розв'язання задач динамічного програмування. Процес управління складається з m кроків. На кожному i -му кроці управління x_i переводить систему із стану S_{i-1} , досягнутого в результаті $(i-1)$ -го кроку, в новий стан S_i , який залежить від стану S_{i-1} і вибраного управління x_i :

$$S_i = S_i(S_{i-1}, x_i) \quad (2)$$

Важливо, щоб новий стан S_i залежав тільки від стану S_{i-1} і управління x_i не залежало від того, яким чином система прийшла в стан S_{i-1} . У найгіршому випадку це досягається збільшенням числа станів системи (в поняття "стан системи" вводять ті параметри, від яких залежить майбутній результат). Розглянемо задачу про максимізацію цільової функції $f(x)$ на m -кроковому процесі.

Під впливом управлінь, x_1, x_2, \dots, x_m система переходить з початкового стану S_0 в кінцевий $S_{кин}$. За m кроків отримують вигравш (значення цільової функції):

$$f(x) = \sum_{i=1}^m f_i(S_{i-1}, x_i) \quad (3)$$

де $f_i(S_{i-1}, x_i)$ - вигравш на i -му кроці.

Принцип оптимальності дозволяє стверджувати, що при будь-якому початковому управлінні x_i має місце співвідношення

$$\begin{aligned} f(x) &= f_1(S_0, x_1) + [f_2(S_1, x_2) + \dots + f_m(S_{m-1}, x_m)] \\ &= f_1(S_0, x_1) + f_{m-1}[S_{m-1}(S_0, x_1)] \end{aligned} \quad (4)$$

Оскільки співвідношення (4) справедливе для всіх початкових рішень x_1 , то для одержання максимального вигравшу треба знайти максимум по x_1 значення $f(x)$. Це приводить до рекурентної формули динамічного програмування

$$f_m(S_0) = \max_{x_1} f(x) = \max_{x_1} [f_1(S_0, x_1) + f_m[S_{m-1}(S_0, x_1)]]; m \geq 1 \quad (5)$$

Вираз (5) означає, що, знаючи $f_0(S)$, можна обчислити $f_1(S)$, знаючи $f_1(S)$, можна обчислити $f_2(S)$ і т.д.

Отже, алгоритм отримання розв'язку в динамічному програмуванні можна визначити як послідовність функцій виграшу або ж як послідовність управлінь $\{x_n(S_0)\}$. Ці послідовності визначають одна одну - в цьому й полягає значення рекурентних співвідношень. Причому є тільки одна послідовність оптимальних значень цільової функції, хоча, в принципі, можуть мати місце різні оптимальні управління, які приводять до того ж максимального виграшу. Плануючи багатоетапну операцію, управління на кожному кроці вибирають з урахуванням майбутнього. І тільки на останньому кроці такої необхідності немає. Цей крок можна спланувати так, щоб він приносив найбільшу вигоду.

Плануючи останній крок, до нього приєднують передостанній, знаходять згідно з основною рекурентною формулою найбільший виграш на цих двох кроках і т.д. Тому процес розгортається від кінця до початку. Алгоритм динамічного програмування має такий вигляд.

1. На вибраному кроці задаємо набір значень змінної, що характеризує останній крок і можливі стани системи на передостанньому кроці. Для кожного можливого стану і кожного значення вибраної змінної обчислюємо значення цільової функції. З них для кожного виходу передостаннього кроку вибираємо оптимальні значення цільової функції і відповідні їм значення розгляданої змінної. Отримаємо і фіксуємо відповідну таблицю.

2. Переходимо до оптимізації на етапі, що передує розглянутому (рух назад), відшукуючи оптимальне значення нової змінної при фіксованих знайдених раніше оптимальних значеннях наступних змінних. Оптимальне значення цільової функції на подальших кроках отримуємо з попередньої таблиці. Якщо нова змінна характеризує перший крок, то переходимо до п. 3. В іншому випадку повторюємо п. 2 для наступної змінної.

3. При даних у початковій умові для кожного можливого значення першої змінної обчислюємо значення цільової функції і вибираємо її оптимальне значення, що відповідає оптимальному значенню першої змінної.

4. При відомому оптимальному значенні першої змінної визначаємо початкові дані для наступного кроку і по останній таблиці - оптимальні значення наступної змінної.

5. Якщо наступна змінна не характеризує останній крок, то переходимо до п. 4. У противному разі переходимо до п. 6.

6. Формуємо оптимальне рішення.

Застосування методів динамічного планування дозволяє:
значно спростити процедуру планування заходів з охорони праці підприємства;
підвищити оперативність розроблення управлінських рішень щодо створення належних умов праці; здійснювати оптимальний вибір заходів з охорони праці на конкретному підприємстві.