

УДК 519.85:519.2

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗБЕРІГАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПАСІВ ПРОДУКЦІЇ ЗА УМОВИ ВИПАДКОВОГО ХАРАКТЕРУ РИНКОВИХ ЦІН

Арсен Кудзіновський

Національний авіаційний університет, Київ

Науковий керівник – Інна Кудзіновська, к.т.н., доц.

Ключові слова: складські витрати, календарний план зберігання запасів продукції, ризики, бета-розподіл випадкової величини.

Процеси зберігання та подальшої реалізації продукції є типовими у діяльності багатьох суб'єктів господарювання. Доцільність зберігання продукції та відстрочення моменту її продажу часто пов'язана з можливістю реалізації цієї продукції у майбутньому за вищою ціною. Однак, зі збільшенням терміну зберігання складські витрати зростають. Тому для максимізації прибутку підприємця календарне планування зберігання та реалізації продукції має враховувати як можливу динаміку ринкових цін у майбутньому, так і витрати, пов'язані зі зберіганням продукції.

У першому наближенні можна скористатися гіпотезою про бета-розподіл ймовірностей майбутніх випадкових ринкових цін [1]. Це дозволить обчислити показники очікуваної ціни та стандартного відхилення випадкової ціни від очікуваного значення на основі оцінок мінімальної, найвірогіднішої та максимально можливої ціни за формулами:

$$\bar{s}_t = \frac{s_t^{\min} + 4s_t^{\text{mod}} + s_t^{\max}}{6}, \quad \sigma_t = \frac{s_t^{\max} - s_t^{\min}}{6}, \quad t = \overline{1, T},$$

де  $s_t$  – випадкова реалізаційна ціна одиниці продукції в  $t$ -ому проміжку часу з планового періоду тривалістю  $T$ ;  $s_t^{\min}$ ,  $s_t^{\text{mod}}$ ,  $s_t^{\max}$  і  $\bar{s}_t$  – відповідно, її мінімальне, модальне (найбільш ймовірне), максимальне і очікуване значення;  $\sigma_t$  – стандартне відхилення випадкової ціни від її очікуваного значення.

Позначимо витрати на зберігання одиниці продукції, яка буде реалізована в  $t$ -ому проміжку планового періоду, через  $c_t$ , а обсяг реалізації продукції у цьому проміжку часу – через  $x_t$  ( $t = \overline{1, T}$ ). Тоді загальний прибуток підприємця складе:  $z = \sum_{t=1}^T (s_t - c_t)x_t$ .

В умовах цінового ризику загальний прибуток  $z$  є випадковою величиною [1, 2]. Тому підприємець формуватиме календарний план зберігання та реалізації наявного запасу продукції, виходячи з критерію максимізації детермінованого еквівалента  $\hat{z}$  випадкового загального прибутку:  $\hat{z} \approx \bar{z} \pm k\sigma_z$ , де  $\bar{z}$  – очікуване значення загального прибутку підприємця:  $\bar{z} = \sum_{t=1}^T (\bar{s}_t - c_t)x_t$ ;  $\sigma_z$  – стандартне відхилення випадкового загального

прибутку від очікуваного значення, що обчислюється із залученням коефіцієнтів кореляції  $\rho_{t\tau}$  між випадковими цінами у проміжках часу  $t$  і  $\tau$  за формулою:

$$\sigma_z = \sqrt{\sum_{t=1}^T \sum_{\tau=1}^T \rho_{t\tau} \sigma_t \sigma_\tau x_t x_\tau}$$

а знаки "+" або "-" та значення множника  $k$  ( $k \geq 0$ ) відповідають індивідуальному відношенню підприємця до розглянутого ризику:  $k = 0$ , якщо ставлення до ризику нейтральне;  $k > 0$ , якщо відношення до ризику відрізняється від нейтрального (або у бік неохочості до ризику, або, навпаки, у бік схильності до ризику), причому зі збільшенням відмінності значення  $k$  зростає. Знак "-" застосовується у разі неохочості до ризику, а знак "+" – у разі схильності до ризику.

Таким чином, завдання підприємця при формуванні календарного плану зберігання та реалізації наявного запасу продукції може бути записане наступною економіко-математичною моделлю:

$$\left. \begin{aligned} z &= \sum_{t=1}^T (\bar{s}_t - c_t) x_t \pm k \sqrt{\sum_{t=1}^T \sigma_t^2 x_t^2} \rightarrow \max \\ \sum_{t=1}^T x_t &= 100 \\ x_t &\geq 0, t = \overline{1, T} \end{aligned} \right\}$$

Знайти оптимальний календарний план зберігання та реалізації наявного запасу продукції в кожному з трьох можливих випадків відношення до ризику підприємця можна одним із методів нелінійного програмування, наприклад, застосовуючи пакет "Пошук рішення" *Excel*.

### Висновок

Застосування методів математичного моделювання та оптимізації дозволяють підприємцю формувати календарний план зберігання та реалізації наявного запасу продукції в умовах випадкового характеру майбутніх ринкових цін з урахуванням індивідуального ставлення до ризику даного підприємця.

### Список використаних джерел:

1. Кігель, В. Р. (2010). Календарне планування зберігання і реалізації запасу продукції в умовах цінового ризику. *Логістика. Проблеми та рішення*. Міжнародний науково-практичний журнал, 1, 60–63.
2. Долгіх, Я. В. (2012). Оптимізація календарного плану реалізації запасів сільськогосподарської продукції за умовою цінового ризику. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Економіка і менеджмент, 8, 54–57. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_ekon\\_2012\\_8\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_ekon_2012_8_14).