

ОПТИМІЗАЦІЯ РІВНЯ ЗАПАСІВ В УМОВАХ ІНТЕРВАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ

Коноваленко Д. Р.

e-mail: daniil.konovalenko@nure.ua

Науковий керівник – д.т.н., проф. Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КМІТ
м. Харків, Україна

The problem of inventory management under conditions of incomplete certainty of input data is considered. To take into account the estimation errors associated with the estimated nature of the rate of resource use and replenishment time, the development of models using interval arithmetic is proposed. Key relationships, including downtime losses due to shortages of safety stocks and total shortage costs, are formulated in interval form. The generalized Hukuhara difference and the comparison index built on its basis are used to compare interval estimates of solution alternatives. Simulation modeling is proposed to verify the accuracy of the determined optimal level of safety stocks under conditions of interval uncertainty.

Одним з актуальних завдань у сучасних системах керування виробничими, логістичними, ремонтними, іншими процесами є оптимізація запасів [1–2]. Її вчасне та коректне розв'язання створює умови для штатних режимів функціонування об'єктів і сприяє скороченню витрат матеріальних, енергетичних та фінансових ресурсів. Одним з найбільш поширених різновидів задач цього класу є задача керування поточними $Z_{поточ}$ і недоторканими (страховими) запасами $Z_{страх}$. У ній передбачається оптимізація розмірів поточних і недоторканих запасів на періоді постачання $t_{пост}$ відносно дати замовлення $D_{зам}$ (рис. 1) [3]. У класичних аналітичних моделях керування запасами використовують точкові значення змінних і параметрів. Оптимізація розміру запасів з використанням імітаційного статистичного моделювання потребує в рази більших витрат комп'ютерних ресурсів.

Для врахування похибок, пов'язаних з оціночним характером швидкості використання і часу поновлення запасів пропонується подальший розвиток моделей управління запасами з використанням апарату інтервальної математики [4-5].

Будемо подавати змінні та параметри моделей управління запасами в інтервальному вигляді: $a \in [a^-; a^+]$, $b \in [b^-; b^+]$, де верхні індекси «-» і «+» позначають відповідно нижні та верхні границі змінних та параметрів a, b, c ; $\circ$ – символ арифметичної операції $\{+, -, *, /\}$.

Наприклад, для визначення часу вимушеного простою через відсутність страхового запасу $t(З_{страх})$ скористаємось його інтервальним поданням [3]:

$$[t(З_{страх})] = [k] / [З_{страх}], \quad (1)$$

де $[k]$ – інтервальне подання коефіцієнту, який визначає залежність часу простою у від розміру страхового запасу.

Тоді, втрати від простою внаслідок дефіциту у залежності від розміру страхового запасу, пропонується подати в такому вигляді:

$$[L(З_{страх})] = [g] * [k] / [З_{страх}], \quad (2)$$

де $[g]$ – інтервальне подання втрат від дефіциту ресурсів за одиницю часу.

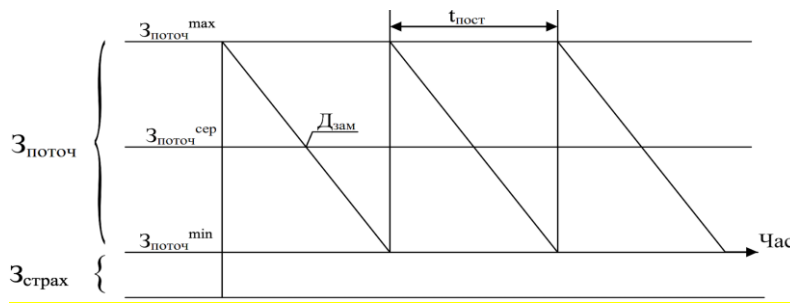


Рисунок 1 – Приклад точкового подання зміни запасів на періодах постачання [3]

Подібним чином подаються змінні і параметри в інших моделях задачі управління запасами. При цьому результати операцій над інтервалами задаються співвідношеннями:

$$\begin{aligned} [a] + [b] &= [a^- + b^-; a^+ + b^+], \quad [a] - [b] = [a^- - b^+; a^+ - b^-] \\ [a] \cdot [b] &= [\min\{a^- \cdot b^-, a^- \cdot b^+, a^+ \cdot b^-, a^+ \cdot b^+\}; \\ &\quad \max\{a^- \cdot b^-, a^- \cdot b^+, a^+ \cdot b^-, a^+ \cdot b^+\}], \\ [a] / [b] &= [a] \cdot [1/b^+; 1/b^-], \quad 0 \notin [b^-; b^+]. \end{aligned} \quad (3)$$

При визначенні оптимальних розмірів запасів для порівняння оцінок варіантів скористаємось узагальненою різницею Хукухари $a \overset{-}{gH} b$ та індексом порівняння $\gamma_{a,b}$, побудованим на її основі [4–5].

Для інтервалів $[a] = [\hat{a}; \bar{a}]$ і $[b] = [\hat{b}; \bar{b}]$ вони визначаються за співвідношенням:

$$\begin{aligned} a \overset{-}{gH} b &= [\min\{a^- - b^-; a^+ - b^+\}; \\ &\quad \max\{a^- - b^-; a^+ - b^+\}] = (\hat{a} - \hat{b}; |\bar{a} - \bar{b}|), \end{aligned} \quad (4)$$

$$\gamma_{a,b} = (\bar{a} - \bar{b}) / (\hat{a} - \hat{b}), \quad (5)$$

де $\hat{a}$, $\hat{b}$, $\bar{a}$, $\bar{b}$ – центри і радіуси інтервалів $[a]$ і $[b]$:

$$\begin{aligned}\hat{a} &= [a^- + a^+] / 2, \quad \bar{a} = [a^+ - a^-] / 2, \\ \hat{b} &= [b^- + b^+] / 2, \quad \bar{b} = [b^+ - b^-] / 2.\end{aligned}\quad (6)$$

Для уточнення оптимального розміру страхового запасу пропонується використовувати імітаційне статистичне моделювання процесу керування ним. З метою скорочення кількості імітаційних експериментів пропонується здійснювати моделювання з надлишково великим страховим запасом і за його залишком встановлювати його оптимальний розмір.

Запропонований розвиток моделей задач управління запасами дозволить отримувати більш стійкі та надійні рішення задачі, які дозволять підвищувати стабільність виробничих, логістичних, ремонтних та інших процесів, у яких мають місце накопичення.

Список використаних джерел:

1. Морозов О. О. Методика розв’язання задачі синтезу топологічної та функціональної структур систем ремонту озброєння і військової техніки // Науковий вісник Київського інституту національної гвардії України. 2023. №1. С. 6–10. URL: <https://kingu-visnyk.kyiv.ua/index.php/journal/article/view/12> (дата звернення: 18.02.2026).

2. Філонич Д. Оптимізація страхових заділів у технологічних процесах приладобудівельного виробництва // Інформаційні системи та технології: матеріали 11-ї Міжнародної наук.-техн. конф. Ч. 2 (м. Харків, 22-25 листоп. 2022 р.), Х.: ХНУРЕ, 2022. С. 15–16. URL: https://istconf.sedep.online/archive/ist_2022_part_2.pdf (дата звернення 18.02.2026).

3. Філонич Д. В. Оптимізація страхових заділів для системи керування приладобудівельним виробництвом // Комп’ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві. Матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф., Харків : ХНАДУ. 2022. С. 242–244. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/1c689fad-1db2-4c00-a022-ee8d6d4a1823/content> (дата звернення 18.02.2026).

4. Bezkorovainyi V., Kolesnyk L., Gopejenko V., Kosenko V. The method of ranking effective project solutions in conditions of incomplete certainty // Advanced Information Systems, 2024. Vol. 8. No 2. P. 27–38. URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/305462/297067> (дата звернення: 18.02.2026).

5. Beskorovainyi V. Combined method of ranking options in project decision support systems // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. 2020. No 4 (14). P. 13–20. URL: <http://journals.uran.ua/itssi/article/view/ITSSI.2020.14.013> (дата звернення: 18.02.2026).