

УДК 004: 658.8

## **АЛГОРИТМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПІВ ВИДАЧІ ЗАМОВЛЕНЬ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЧО-ЗБУТОВИМ ПРОЦЕСОМ**

*Безкоровайний В.В., Куницький М.Р.*

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків*

В умовах зростаючої конкуренції зміни соціальних, економічних і технологічних умов вимагають відповідних змін в технологіях керування виробничо-збутовими процесами. Функції автоматизації такими процесами керування передбачають ітераційне розв'язання комплексу задач збору інформації щодо попиту на продукцію, прогнозу щодо його зміни, стану підсистем виробництва, збуту та роздрібної торгівлі, прийняття рішень, формування та реалізації керуючих впливів [1-2]. Розв'язуються цих задач здійснюється з використанням множини функціональних і вартісних показників в умовах неповної визначеності даних. Зростаючі можливості сучасної обчислювальної техніки та інформаційних технологій дозволяють їх спільне розв'язання, що уможлиблює суттєве покращення якості управлінських рішень. При цьому з часів створення методології системної динаміки Дж. Форрестером однією з проблем керування виробничо-збутовими комплексами є визначення впливу організаційної структури й правил прийняття рішень на виникнення небажаних явищ у процесі їхнього функціонування [3-4].

Відомо, що в наслідок запізнювань, які мають місце на всіх етапах виробничо-збутового процесу, темпи виробництва можуть змінюватись у значно більших межах, ніж фактичні темпи споживчих покупок. Одним з основних факторів нестабільності таких процесів є технології формування замовлень у системах керування ними.

Метою дослідження є аналіз та удосконалення алгоритмів формування замовлень у системі керування виробничо-збутовими процесами. Об'єктом дослідження є технологія формування замовлень у системі керування

трирівневою виробничо-збутовою системою, яка складається з виробничої (ВЛ), оптової (ОЛ) та роздрібної ланок (РЛ).

У класичній моделі системної динаміки формування замовлень здійснюється у ланках роздрібної торгівлі, оптової торгівлі та заводського складу з використанням пропорційних регуляторів [3, 4]:

$$t_{zr} = p_{zr} + kr_{zr}[(j_{zr} - f_{zr}) + (j_{uzr} - f_{uzr}) + (n_{zr} - nn_{zr})], \quad (1)$$

$$t_{zo} = p_{zo} + kr_{zo}[(j_{zo} - f_{zo}) + (j_{uzo} - f_{uzo}) + (n_{zo} - nn_{zo})], \quad (2)$$

$$j_{vp} = p_{zp} + kr_{zp}[(j_{zp} - f_{zp}) + (j_{uzp} - f_{uzp}) + (n_{zp} - nn_{zp})], \quad (3)$$

де  $t_{zr}, t_{zo}$  – темпи закупівель в РЛ і ОЛ.;  $j_{vp}$  – бажаний темп випуску продукції;  $p_{zr}, p_{zo}, p_{zp}$  – темпи потоків замовлень РЛ, ОЛ і ВЛ;  $kr_{zr}, kr_{zo}, kr_{zp}$  – коефіцієнти регулювання запасів і заповнення каналів;  $j_{zr}, j_{zo}, j_{zp}$  – бажані запаси товарів;  $f_{zr}, f_{zo}, f_{zp}$  – фактичні запаси товарів;  $j_{uzr}, j_{uzo}, j_{uzp}$  – бажані рівні заповнення каналів забезпечення;  $n_{zr}, n_{zo}, n_{zp}$  – невиконані замовлення;  $nn_{zr}, nn_{zo}, nn_{zp}$  – нормальні кількості невиконаних замовлень.

Пропонується для удосконалення технології формування замовлень у всіх ланках замість регуляторів (1)-(3) використовувати дискретні аналоги пропорційно-інтегрально-диференціальних (ПІД) регуляторів, що дозволять визначати темпи видачі замовлень через розбіжність між бажаними та реальним значенням показників стану процесу:

$$t_{zr} = p_{zr} + kr_{zr} \cdot e_R + k_{IR} \int_0^t e_R(t) dt + k_{DR} \frac{de_R(t)}{dt}, \quad (4)$$

$$t_{zo} = p_{zo} + kr_{zo} \cdot e_O + k_{IO} \int_0^t e_O(t) dt + k_{DO} \frac{de_O(t)}{dt}, \quad (5)$$

$$j_{vp} = p_{zp} + kr_{zp} \cdot e_P + k_{IP} \int_0^t e_P(t) dt + k_{DP} \frac{de_P(t)}{dt}, \quad (6)$$

де  $k_{IR}, k_{DR}, k_{IO}, k_{DO}, k_{IP}, k_{DP}$  – коефіцієнти для інтегральної й диференціальної складової регуляторів роздрібної, оптової та виробничої ланок;

$$e_R = (jzr - f_zr) + (juzr - f_uzr) + (n_zr - nn_zr), \quad (7)$$

$$e_O = (jzo - f_zo) + (juzo - f_uzo) + (n_zo - nn_zo), \quad (8)$$

$$e_P = (jzp - f_zp) + (juzp - f_uzp) + (n_zp - nn_zp). \quad (9)$$

Використання регуляторів (4)-(6) несуттєво підвищує обчислювальну складність алгоритму регулювання темпів видачі замовлень, проте дозволяє зменшити перерегулювання темпів їх видачі та коливання рівнів запасів у всіх ланках системи.

Для підбору коефіцієнтів регулятора можна використати класичний метод налаштування Циглера-Нікольса[5]. Принцип настройки полягає в наступному: необхідно вивести систему на межу стійкості, поки в контурі не виникатимуть незгасаючі коливання. Автоколивання досягаються за рахунок нульового значення І- та Д-складових і шляхом підбору коефіцієнта передачі. Зафіксувавши значення коефіцієнта передачі, період автоколивань і амплітуду, за емпіричними формулами обчислюються параметри налаштування регулятора.

### Література:

- [1] Бескоровайный В. В., Ахмед Ф.Х. Пошукові процедури для систем керування виробничо-збутовими процесами // Информационные системы и технологии: материалы 6-й Международ. науч.-техн. конф., Харьков, 11-16 сентября 2017 г.: тезисы докладов. Х.: ХНУРЕ, 2017. С. 134-135.
- [2] Thompson K. Sales Automation Done Right: selling in the digital age / K. Thompson. Toronto: Sales Ways Press, 2005. 296 p.
- [3] Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика): пер. с англ., общая редакция Д.М. Гвишиани. М: Прогресс, 1971. 340 с.
- [4] Экономико-математическое обеспечение управленческих решений в менеджменте / Под ред. В.М. Вартапяна. Харьков: ХГЭУ, 2001. 288 с.
- [5] Ziegler J.G., Nichols N.B. Optimum settings for automatic controllers // Transactions of the ASME, 1942. Vol.64. pp. 759-768.