

## МОДЕЛЮВАННЯ ТАКТИКИ УПРАВЛІННЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

© Омаров М., Сухомлінов А., 2013

На прикладі виробничої логістичної системи підприємства проаналізовано процес управління об'єктом керування та сформульована тактика для управляючої підсистеми, що дає змогу досягти оптимальних результатів за умов дотримання стабільного стану об'єкта управління.

**Ключові слова:** автоматизована система керування; об'єкт управління; управляюча підсистема; матеріальний потік; оціночна функція; інтегральна оцінка; стан неминучої кризи; тактика стабільної оптимальності.

In this paper, the example of the production logistics enterprise system, analyzed the process of management of the facility management and control tactics formulated for the management subsystem that achieves optimal results in compliance with the stable state of the facility management.

**Key words:** automated control system; facility of management; managing subsystem; material flow; the estimated function; integrated estimate; the state of an imminent crisis; tactics stable optimality.

### Вступ

Дослідження життєвого циклу автоматизованих систем керування (АСК) процесами в складних організаційно-технічних об'єктах є актуальним науково-практичним напрямом, який пов'язаний, з одного боку, з використанням результатів фундаментальних досліджень в таких галузях, як кібернетика, дослідження операцій, теорія оптимальних рішень та математичні методи в економіці, з іншого, це практика реального господарювання з використанням фінансово-економічного аналізу різних етапів життєвого циклу АСК. Як організаційно-технічний об'єкт дослідження в статті розглядається виробнича логістична система підприємства.

Головним завданням виробничої логістичної системи підприємства є стабільне та своєчасне забезпечення процесу виробництва, а також взаємодія із зовнішньою логістикою – поглинання вхідного матеріального потоку, що формується заготівельною логістикою, та формування вихідного матеріального потоку для розподільчої логістики.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідження в галузі виробничої логістики ведуться за кількома напрямками з використанням різних підходів. Один з них – це загальноекономічний підхід, наприклад [1], аналізу стабільності підприємства. Інший підхід ґрунтується на аналізі матеріальних потоків на підприємстві та впливі виробничої логістики на загальний стан підприємства, наприклад [2]. Узагальнення досліджень та систематичне викладення виробничої логістики можна знайти у підручниках [3, 4].

### Мета дослідження

Актуальність досліджень в обраному напрямку не викликає сумнівів і підтверджується широким спектром публікацій, наявністю фахових та наукових періодичних видань, монографій, практичних керівництв та підручників.

З погляду економічної науки моделі виробничої логістики належать до мікроекономічних моделей. Вони мають за мету віднайти оптимальну організацію виробничої логістики, при поточному стані організації виробництва на підприємстві, знайти вразливі елементи логістики підприємства у

разі виникнення несприятливих факторів, визначити межі адаптивності логістичної системи підприємства. У сучасних умовах господарювання виробнича логістична система підприємства є складною сукупністю технічних та кадрових ресурсів, які становлять єдиний організм, існування якого забезпечується постійною циркуляцією інформації.

Метою цього дослідження є аналіз системи виробничої логістики підприємства як складного організаційно-технічного об'єкта з визначенням оптимальної тактики для автоматизованої системи керування виробничою логістичною системою підприємства.

### Моделювання тактики автоматизованих систем керування процесами виробничої логістики

Розглядатимемо виробничу логістичну систему підприємства  $L$  як сукупність двох компонентів,  $O$  – об'єкта управління та  $M$  – управляючої підсистеми:

$$L = \langle O, M \rangle, \quad (1)$$

що перебувають у довікльлі. Для виробничої логістичної системи підприємства таким навколишнім середовищем виступає підприємство (рис. 1).



Рис. 1. Структурна схема виробничої логістики та її оточення

Стан об'єкта управління не є постійним, він змінюється як під впливом часу, так і під впливом навколишнього середовища. Також управляюча система впливає на стан об'єкта управління, виконуючи ті або інші управляючі дії. У теорії прийняття рішень вся сукупність управляючих дій, які може виконати управляюча підсистема, називають альтернативами, а дія або сукупність дій, прийнятих до виконання, прийнято називати рішенням [5].

Введемо множину  $A$  всіх дій, які доступні управляючій підсистемі, через  $\Theta$  позначимо множину всіх станів навколишнього середовища, а через  $S$  множину станів об'єкта управління. Введемо таке обмеження на множини  $A$ ,  $\Theta$  та  $S$  – будемо вважати їх скінченними. Це обмеження є вимушеним заходом під час розроблення комп'ютеризованих моделей і зумовлене самою природою комп'ютерної техніки.

**Визначення 1.** Якщо існує відображення  $R$ , яке кожному кортежу  $\langle a, \theta \rangle$ , що належить до множини декартового добутку множин  $A$  і  $\Theta$  ( $\langle a, \theta \rangle \in A \times \Theta$ ), ставить у відповідність тільки один елемент  $s \in S$ , тобто

$$R : A \times \Theta \mapsto S,$$

то об'єкт управління  $O$  логістичної системи  $L$  називатимемо *однозначно керованим* підсистемою керування  $M$  логістичної системи  $L$ .

У теорії прийняття рішень багато уваги приділяється пошуку оптимального рішення. Для визначення оптимального рішення необхідно ввести можливість порівнювати різні стани об'єкта управління  $O$ . Якщо про два різних стани  $s_i, s_j \in S$  об'єкта управління  $O$ , які будуть отримані при

поточному стані середовища та об'єкта управління внаслідок застосування різних рішень  $a_i, a_j \in A$ , можна сказати, що один з цих станів є кращим за інший, то оптимальним називатимемо рішення, яке за поточних умов призводить до найкращого з можливих станів об'єкта управління.

Припустимо, що кожному стану  $s_i \in S$  об'єкта управління  $O$  є можливість поставити у відповідність число  $\xi_i = \xi(s_i)$ , таке що з умови " $s_i$  краще за  $s_j$ " витікає, що  $\xi(s_i) > \xi(s_j)$ . У цьому разі  $\xi(s)$  є оціночною функцією, що дозволяє вимірювати стан об'єкта управління  $O$ , а принцип, за якою побудована функція, є "*чим кращий стан об'єкта управління тим більше значення оціночної функції*".

Використовуючи оціночну функцію  $\xi(s)$ , розглянемо приклад прийняття рішення (приклад 1). Нехай об'єкт управління  $O$  перебуває у стані  $s_0$  у момент часу  $t_0$ . Для цього стану об'єкта управління та навколишнього середовища доступними є три альтернативи  $a_1^{(1)}, a_1^{(2)}$  та  $a_1^{(3)}$ , які переводять об'єкт управління у стани відповідно  $s_1^{(1)}, s_1^{(2)}$  та  $s_1^{(3)}$  (див. рис. 2).

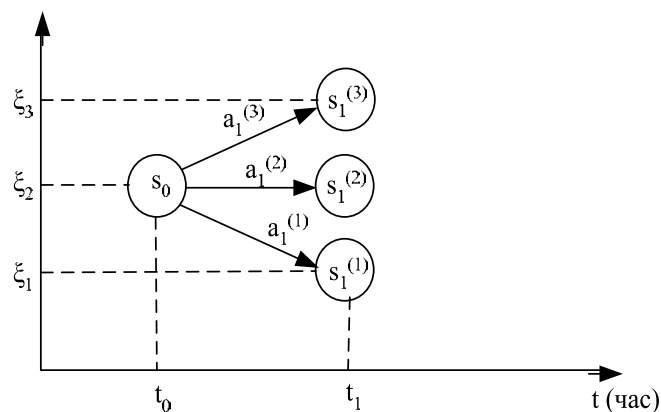


Рис. 2. Приклад 1. Наслідки прийняття рішень  $a_1^{(1)}, a_1^{(2)}$  та  $a_1^{(3)}$  для об'єкта управління  $O$

На рис. 2 для кожного зі станів  $s_1^{(1)}, s_1^{(2)}$  та  $s_1^{(3)}$  показане відповідне значення оціночної функції  $\xi(s)$ . У наведеному прикладі альтернатива  $a_1^{(3)}$  є найвигіднішою, бо переводить об'єкт управління у стан  $s_1^{(3)}$ , який має значення оціночної функції  $\xi_3$ , найбільше з усіх можливих  $\{\xi_1, \xi_2, \xi_3\}$ .

Розглянемо приклад 2, який включає приклад 1 як складову частину. Нехай, як і у прикладі 1, об'єкт управління  $O$  перебуває у стані  $s_0$  у момент часу  $t_0$ . Нам відомі стани навколишнього середовища  $\theta_0$  та  $\theta_1$  у моменти відповідно  $t_0$  та  $t_1$ . Як і в прикладі 1 в момент  $t_0$  доступними є три альтернативи  $a_1^{(1)}, a_1^{(2)}$  та  $a_1^{(3)}$ , які переводять об'єкт управління у стани відповідно  $s_1^{(1)}, s_1^{(2)}$  та  $s_1^{(3)}$ , а також відомі альтернативи для кожного стану об'єкта управління  $s_1^{(1)}, s_1^{(2)}$  та  $s_1^{(3)}$  для стану  $\theta_1$  навколишнього середовища, які стануть доступними в момент  $t_1$ . На рис. 3 зображена ця ситуація.

У момент  $t_2$  об'єкт управління може опинитися в одному зі станів  $s_2^{(1)} \div s_2^{(5)}$ . На рис. 3 ці стани розташовані у відповідності до значень їхньої оціночної функції і вказані способи досягнення цих станів. Для наведеного прикладу значення оціночних функцій для станів об'єкта керування підібрані так, що виконується співвідношення  $\xi(s_1^{(2)}) + \xi(s_2^{(5)}) > \xi(s_1^{(3)}) + \xi(s_2^{(2)})$ . Це зроблено для того, щоб продемонструвати той факт, що вибір найкращої альтернативи у певний момент часу (у

цьому прикладі це вибір альтернативи  $a_1^{(3)}$  в момент  $t_0$ ) не гарантує досягнення загально найкращого результату.

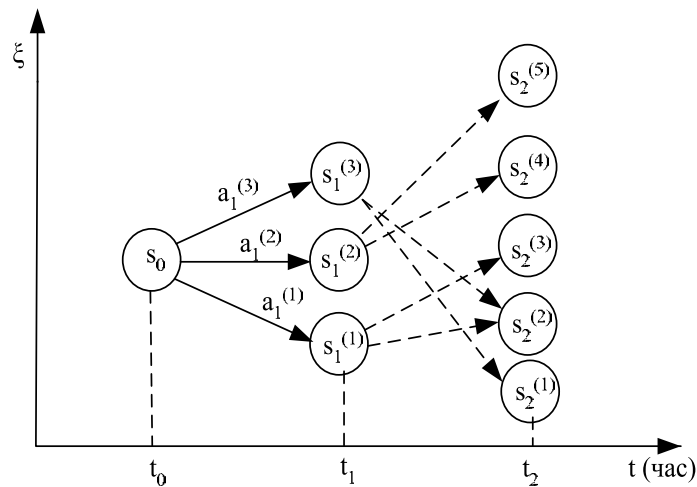


Рис. 3. Приклад 2. Наслідки прийняття рішень для об'єкта управління  $O$  на моменти часу  $t_1$  та  $t_2$

Введемо параметр  $\rho(t)$  ваги оціночної функції, який дає змогу задати для власника проблеми важливість перебування об'єкта керування у тому чи іншому стані. Наприклад, у нормальній (буденній) обстановці параметр ваги  $\rho(t)$  є однаковий для будь-якого моменту часу. Але у життєвому циклі АСК можуть наставати періоди, коли якість стану об'єкта керування стає "на вагу золота", або навпаки – об'єкт керування для власника проблеми переходить на "другі ролі".

Введемо інтегральну оцінку стану об'єкта управління за період часу  $t_1 \div t_n$ :

$$\Xi = \sum_{i=1}^n \rho_i \xi_i, \quad (2)$$

де  $i = \overline{1, n}$  – індекс моменту часу, що розглядається,  $\rho_i = \rho(t_i)$  – параметр ваги оціночної функції у момент  $t_i$ ,  $\xi_i$  – значення оціночної функції стану об'єкта управління у момент  $t_i$ .

Тепер ми можемо знайти оптимальну, для періоду часу  $t_1 \div t_n$ , низку управляючих дій (прийнятих рішень) над об'єктом управління, як таку, що призводить до максимального значення інтегральної оцінки стану об'єкта управління (2):

$$\Xi(\alpha) \rightarrow \max, \quad (3)$$

де  $\alpha$  – це низка з  $n$  послідовно обраних альтернатив з множини  $A$ , тобто  $\alpha \in \underbrace{A \times A \times \dots \times A}_n$ .

Верхню межу обчислювальної складності пошуку оптимальної низки дій довжиною  $n$  кроків можна оцінити як  $\|A\|^n$  – потужність множини альтернатив у ступені  $n$ .

Розглянемо область значень оціночної функції. Дуже часто такі функції задають як нормовані в діапазоні  $[0, 1]$ . Так значення 0,75 відповідатиме такому поняттю, як "задоволений станом об'єкта управління на 75%", а значення 1 – "задоволений на всі сто", або "краще вже нікуди". У нашому випадку задавати оціночну функцію таким чином недоцільно. Оціночна функція повинна для кризових станів об'єкта управління, що межують з руйнуванням об'єкта управління або всієї системи, давати такі значення, які перекреслюють значні досягнення у минулому. Отже, приходимо до необхідності задавати область значень оціночної функції у діапазоні  $[-\infty, \infty]$ . Тепер для кризових станів об'єкта управління та станів, яких бажано уникати, значення оціночної функції

можна задавати як велике (за модулем) від’ємне число. Це дозволить уникати низки рішень (3), що призводить до кризових станів об’єкта управління.

Розглянемо тепер поведінку навколишнього середовища. До цього моменту поведінка навколишнього середовища розглядалася як наперед визначена, тобто детермінована. Розглянемо ситуацію, коли відомі лише ймовірності різних станів навколишнього середовища у наступний момент часу, тобто для моменту часу  $t_i$  для кожного з можливих станів навколишнього середовища  $\theta_j \in \Theta$  відомі їх ймовірності  $p^{(i+1)}(\theta_j)$  у моменту часу  $t_{i+1}$ . Зрозуміло, що для будь-якого моменту  $t_i$  виконується правило

$$\sum_{j=1}^m p^{(i+1)}(\theta_j) = 1,$$

де  $m$  – потужність множини  $\Theta$  (кількість станів, в якому може перебувати навколишнє середовище), а  $i$  – індекс моменту часу процесу, що розглядається. Проаналізуємо, як може впливати на стан навколишнього середовища стан об’єкта управління (рис. 1). Враховуючи відому тезу, що ”в цьому світі все залежить від всього” впливи об’єкта управління на навколишнє середовище класифікуємо за допомогою введення критерію впливу  $K$  з двома оцінками ”сильний вплив” та ”слабкий вплив”:

$$K = \{\text{сильний вплив, слабкий вплив}\}. \quad (4)$$

Прикладом об’єкта управління з оцінкою ”сильний вплив”, в галузі економіки, може бути монополіст, який своїми діями може впливати на своє оточення – ринок відповідної продукції. Натомість, дрібний виробник на тому ж ринку продукції буде класифікуватись значенням ”слабкий вплив”. Зазвичай шкала оцінок для подібних критеріїв є значно різноманітнішою. Та запропонованої шкали (4) досить, щоб побудувати такі залежності поведінки навколишнього середовища.

Для сильного впливу це буде:

$$\theta^{(i+1)} = f(\theta^{(i)}, s^{(i)}, a^{(i)}), \quad (5)$$

де  $\theta^{(i+1)}$  та  $\theta^{(i)}$  – стани навколишнього середовища у моменти часу  $t_{i+1}$  та  $t_i$ ,  $s^{(i)}$  – стан об’єкта управління у момент часу  $t_i$ ,  $a^{(i)}$  – прийняте рішення у момент часу  $t_i$ ,  $f()$  – імовірнісна функція своїх аргументів.

Для слабого впливу:

$$\theta^{(i+1)} = f(\theta^{(i)}),$$

де  $\theta^{(i+1)}$ ,  $\theta^{(i)}$  та  $f()$  мають той же сенс, що і в (5).

Якщо об’єкт управління відповідає визначенню однозначно керованого (див. визначення 1), то (5) можна записати так:

$$\theta^{(i+1)} = f(\theta^{(i)}, s^{(i+1)}),$$

де  $s^{(i+1)}$  – стан об’єкта управління у моменти часу  $t_{i+1}$ , всі інші чинники мають той же сенс, що і в (5).

Введемо  $\xi_{\text{криз}}$  – таке значення оціночної функції, що є верхньою межею для кризового стану об’єкта управління. На рис. 4 показано такий стан  $s_i$  об’єкта управління, що будь-яка з можливих альтернатив призводить до переходу об’єкта управління в кризовий стан. Тобто, стан  $s_i$  є таким, що не дозволяє уникнути кризи.

**Визначення 2.** Стан об’єкта управління, за якого будь-яке прийняте рішення призводить до кризового стану об’єкта управління, називається *станом неминучої кризи*.

Враховуючи розподіл управління на стратегічне, тактичне та оперативне, можемо сформулювати тактику (“*тактика стабільної оптимальності*”) управляючої підсистеми  $M$  (1):

- уникати потрапляння об'єкта управління у стан неминучої кризи;
- максимізувати інтегральну оцінку стану об'єкта управління.

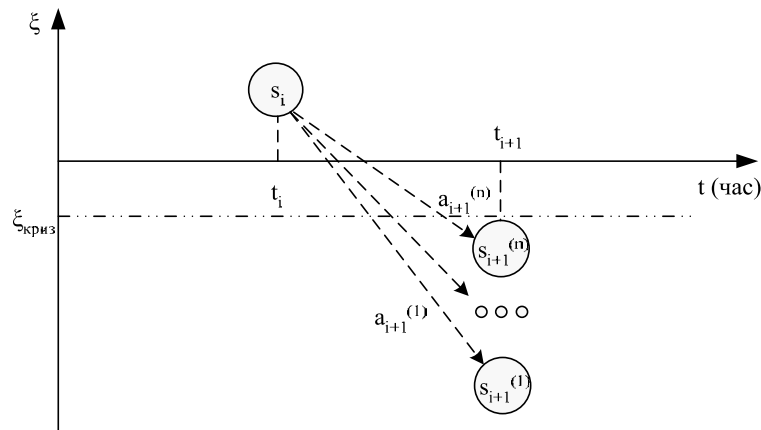


Рис. 4. Передкризовий стан об'єкта управління  $O$

Для втілення сформульованої вище тактики необхідно прораховувати можливі стани об'єкта управління та стани навколишнього середовища на максимальну кількість ходів (моментів часу) та обирати на кожному кроці таку альтернативу, що найкраще задовольняє вимоги зазначеної тактики.

Якщо порівняти обчислювальну складність сформульованої вище тактики для систем за критерієм впливу (4), то вона буде меншою для систем з "сильним впливом" для однакового інтервалу часу, ніж для систем з "слабким впливом".

#### Висновки

Під час дослідження виробнича логістична система підприємства  $L$  була представлена як сукупність двох компонентів  $O$  – об'єкта управління та  $M$  – управляючої підсистеми (1), що функціонує у навколишньому середовищі (рис. 1). Було введено визначення об'єкта однозначно керованого підсистемою управління. На підставі оціночної функції та параметра ваги оціночної функції була введена інтегральна оцінка (2) стану об'єкта управління за певний проміжок часу. Також було введено визначення стану неминучої кризи для об'єкта управління.

На основі введених визначень та проведеного аналізу сформована тактика оптимального управління ("тактика оптимальної стабільності") для АСК виробничої логістичної системи підприємства. Запропонована тактика спрямована на досягнення стабільного ефективного результату.

Подальший розвиток досліджень автори бачать у проектуванні програмного забезпечення, що автоматизує підтримку прийняття рішень у логістичній системі підприємства відповідно до тактики оптимальної стабільності.

1. Баркалов С.А., Струков А.Ю., Толкач М.В. Об одном подходе к оценке экономической устойчивости предприятия в условиях кризиса // Системы управления и информационные технологии, 2012, №3.1(48). – С. 184–188. 2. Ионов В.И., Макаренко С.А. К вопросу об управлении информационными, материальными и сопутствующими потоками промышленных предприятий // Известия Московск. госуд. техн. ун-та МАМИ. 2011. № 1. – С. 247–253. 3. Окландер М. А., Хромов О. П. Промислова логістика: Навч. посібник. — К.: ЦНЛ, 2004. — 222 с. 4. Крикавський Є. М. Логістика підприємства. — Львів: Львівська політехніка, 1996. — 378 с. 5. Катренко А.В., Пасічник В.В., Пасько В.П. Теорія прийняття рішень. – К.: Видавнична група ВНУ, 2009. – 448 с.