

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Є.А. Дружинін, О.С. Яшина

**МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ
РЕСУРСАМИ В МАШИНОБУДУВАННІ**

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2008

ББК: У291.9я73

Дружинін Є.А. Моделі автоматизованого управління ресурсами в машинобудуванні: навч. посібник / Є.А. Дружинін, О.С. Яшина. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2008. – 46 с.

Розглянуто математичні моделі, методи й засоби, що використовуються для управління ресурсами машинобудівного підприємства в умовах інтегрованих автоматизованих систем управління. Наведено кілька моделей, що описують найбільш характерні оптимізаційні задачі управління й розподілу ресурсів у різних виробничих ситуаціях. Проаналізовано основні підходи до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління промисловими підприємствами і їхніх підсистем: MRP, ERP, CSRP та ін.

Для студентів, що вивчають курси «Інтегровані автоматизовані системи управління», «Проектування інформаційних систем», «Спеціальні розділи математики», а також для курсового й дипломного проектування та самостійної роботи студентів.

Іл. 30. Бібліогр.: 8 назв.

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. В.Н. Ткачук,
д-р техн. наук, проф. І.В. Кононенко

ЗМІСТ

ТЕМА 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ.....	4
ТЕМА 2. МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ. СТРУКТУРА. КЛАСИФІКАЦІЯ	5
<i>Основні поняття теорії управління запасами</i>	5
<i>Класифікація моделей управління запасами</i>	6
<i>Основні стратегії управління запасами.....</i>	7
ТЕМА 3. ЕЛЕМЕНТАРНІ МОДЕЛІ ТЕОРІЇ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ. ОДНОПРОДУКТОВА МОДЕЛЬ З ДЕТЕРМІНОВАНИМ ПОСТІЙНИМ ПОПИТОМ	8
<i>Загальний випадок.....</i>	8
<i>Особливі випадки існуючих моделей детермінованих систем з постійним попитом</i>	11
<i>Модель системи зберігання продукту при природному збитку.....</i>	13
ТЕМА 4. МОДЕЛЬ ДВОПРОДУКТОВОЇ ДЕТЕРМІНОВАНОЇ СИСТЕМИ З МОЖЛИВІСТЮ ЗАМІНИ ПРОДУКТІВ	15
ТЕМА 5. МОДЕЛЬ СИСТЕМИ З ДЕТЕРМІНОВАНИМ НЕСТАЦІОНАРНИМ ПОПИТОМ	18
<i>Модель системи з безперервним часом.....</i>	19
<i>Модель системи з дискретним часом. Періодична стратегія</i>	21
ТЕМА 6. ІМОВІРНІСНІ МОДЕЛІ СИСТЕМ ПОСТАЧАННЯ	23
<i>Одноперіодична задача з випадковим попитом</i>	23
<i>Моделі системи з безперервним часом.....</i>	24
<i>Модель системи постачання запасних частин</i>	25
ТЕМА 7. ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ВЕЛИКОЇ РОЗМІРНОСТІ	26
<i>Модель системи постачання з прямими зв'язками</i>	27
<i>Модель системи постачання із централізованим складом.....</i>	28
<i>Дворівнева система складів</i>	29
ТЕМА 8. МЕТОДИ Й ЗАСОБИ РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВ.....	31
<i>Концепція MPS.....</i>	31
<i>Концепція SIC</i>	32
<i>Концепція MRP</i>	33
<i>Концепція CRP.....</i>	35
<i>Концепція DPR.....</i>	37
ТЕМА 9. КОНЦЕПЦІЇ Й СТАНДАРТИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ	38
<i>Концепція MRP II</i>	38
<i>Концепція ERP</i>	41
<i>Концепція CSRP</i>	42
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	45

Тема 1

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

У сучасному машинобудівному виробництві широко застосовуються методи й засоби автоматизації. Інформаційні системи й технології використовуються на всіх рівнях управління.

Система – це сукупність взаємозалежних компонентів, що характеризуються єдністю й цілісністю.

Єдність полягає в тому, що система розглядається в такому складі компонентів, у якому вона виділена із зовнішнього середовища. Відокремлення частини цих елементів або додавання нових приводить до виникнення нової системи.

Цілісність – це принципова незвідність властивостей системи до властивостей її елементів.

Засоби автоматизації – це єдність комп'ютерної техніки, інформації, технологічних ресурсів, що забезпечують виконання поставленого завдання.

Автоматизована система – сукупність засобів автоматизації, організаційних методів і технологічних документів, що використовують фахівці у процесі своєї професійної діяльності.

Управління – цілеспрямований вплив на об'єкт для досягнення заданого стану.

Автоматизована система управління (АСУ) являє собою автоматизовану систему з наданою керуючою функцією, яку використовують для приведення об'єкта управління до належного стану та підтримання його у цьому стані.

АСУ завжди розглядається у комплексі з об'єктом управління.

Інтеграція – взаємозалежна діяльність розподілених підсистем.

Інтегрована система – це система, яка складається з сукупності різноманітних систем, що у взаємодії вирішують різноманітні задачі управління складним об'єктом.

Функціонування інтегрованих АСУ припускає наявність на підприємстві або об'єкті єдиного інформаційного середовища, що забезпечує взаємодію підсистем.

Для створення інтегрованих АСУ підприємством існує два напрями:

1. Розроблення САД-центрованих систем.

У цьому випадку ядром АСУ є система автоматизованого проектування. Єдине інформаційне середовище будується навколо конструкторської документації і електронних специфікацій виробів, що розробляються й випускаються підприємством.

2. Створення ERP-центрованих систем.

Ядром АСУ є система управління матеріальними ресурсами підприємства. Інформаційне середовище будується навколо інформаційних потоків, що підтримують матеріальні потоки на підприємстві.

Важливо розуміти, що концепція інтегрованих АСУ (ІАСУ) передбачає не тільки створення комп'ютерних систем, але й певну методологію організації бізнес-процесів підприємства. Впровадження ІАСУ передбачає виконання цілого комплексу не тільки технічних, але й організаційних заходів, а також цьому має передувати аналіз процесів і методів управління підприємством і, за необхідності, їх реінжиніринг.

Автоматизація полягає не тільки в перенесенні в середовище інформаційних систем і технологій процесів і процедур управління, але й в переході на інші методи управління та прийняття рішень, для чого в умовах АСУ характерне широке застосування формально-математичних методів і моделей.

Тема 2

МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ. СТРУКТУРА. КЛАСИФІКАЦІЯ

Основні поняття теорії управління запасами

Управління запасами полягає у встановленні моментів й обсягів замовлень на поповнення запасів і в розподілі тих, що надійшли, між ланками системи постачання, що розташовані нижче.

Система цих правил є стратегією.

Стратегія управління запасами – сукупність правил, за якими приймаються рішення щодо управління запасами.

Теорія управління запасами – це наукова дисципліна, предметом вивчення якої є побудова оптимальної стратегії управління запасами.

Схему моделі управління запасами зображено на рис. 2.1.

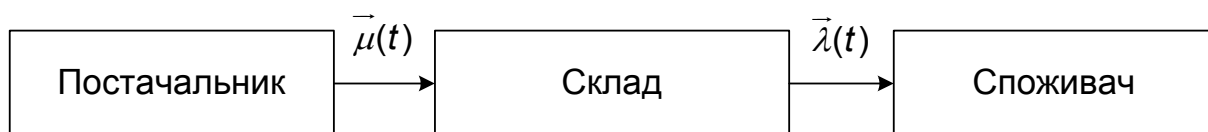


Рис. 2.1

Компонентами моделі є:

- 1) система постачання;
- 2) попит на предмети постачання ($\lambda(t)$);
- 3) поставки предметів постачання ($\mu(t)$);
- 4) функція ефективності ($L(\bar{\lambda}(t), \bar{\mu}(t) \dots)$);
- 5) обмеження;
- 6) стратегія управління запасами.

Класифікація моделей управління запасами

Моделі управління запасами поділяються таким чином:

1. Кількість номенклатур:
 - однопродуктові;
 - багатопродуктові.
2. Структура складів:
 - ізольований;
 - послідовні або ланцюжок;
 - ієрархічна структура.
3. Види попиту:
 - стаціонарний або нестаціонарний;
 - детермінований або стохастичний;
 - безперервний або дискретний;
 - залежний або незалежний від попиту на інші номенклатури (тільки для багатопродуктових систем).
4. Види поставок або поповнення запасів:
 - миттєві поставки;
 - із затримкою на фіксований строк;
 - із затримкою на випадковий строк;
 - також можуть бути класифіковані за тими ж критеріями, що й види попиту.
5. Види дефіциту:
 - відкладений попит;
 - втрачений попит.
6. Наявні обмеження:
 - обсяг запасу, місткість складу;
 - обсяг поставок;
 - кількість поставок.
7. Структура критерію ефективності.

Як критерій ефективності найчастіше може бути функція витрат. Критерії ефективності відрізняються кількістю й способом урахування різних факторів:

- витрат зберігання;
 - транспортних витрат;
 - штрафів за дефіцит;
 - доходів від реалізації (у більшості випадків доходи не входять у критерії ефективності системи управління запасами, оскільки вони не залежать від обраної стратегії);
 - старіння запасів.
8. Стратегія управління запасом:
 - періодичність поповнення запасів (запаси можуть поповнюватися через фіксовані інтервали часу або при досягненні критичного рівня);

– правила визначення обсягу замовлень.

Основні стратегії управління запасами

Існує три основні стратегії управління запасами, а саме:

1. Стратегія (T, q) – це стратегія з періодичним поповненням і постійним обсягом.

Через фіксовані інтервали часу T формується замовлення на обсяг q . Як періодичність T , так і обсяг замовлення q є фіксованими величинами, $y(t)$ – рівень запасу (рис. 2.2).

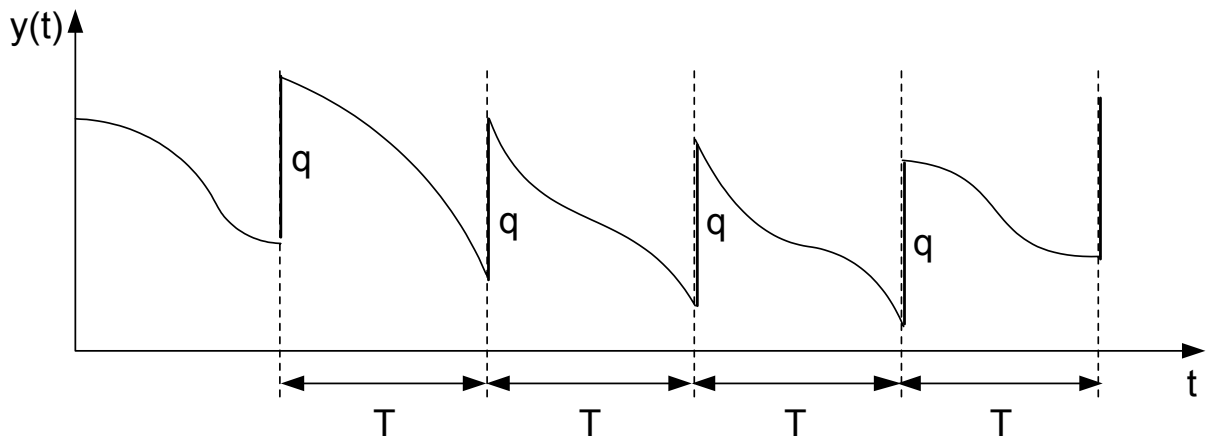


Рис. 2.2

2. Стратегія (T, S) – це стратегія з періодичним поповненням і граничним верхнім рівнем.

Замовлення формується періодично через фіксовані інтервали часу T . Обсяг замовлення вибирається таким, щоб довести запас до граничного верхнього рівня S (рис. 2.3).

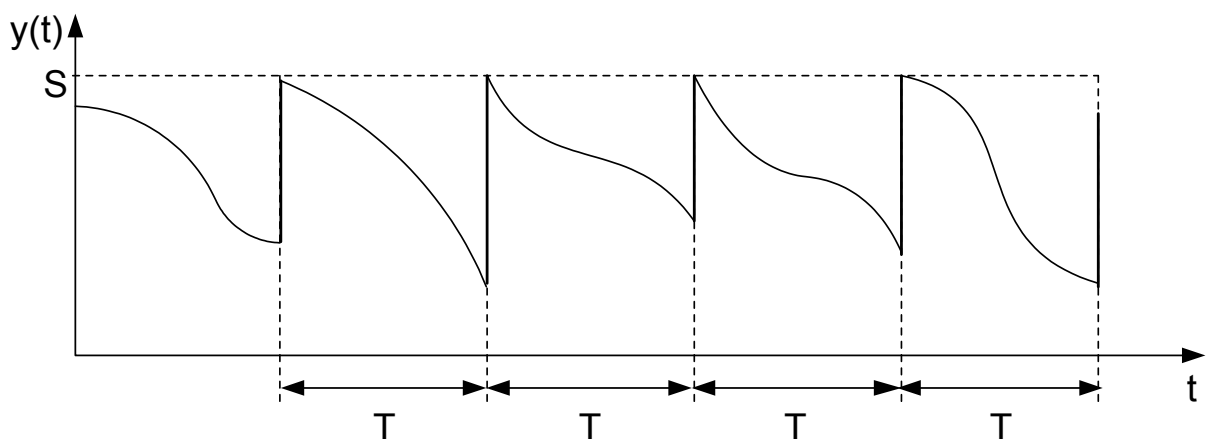


Рис. 2.3

3. Стратегія (S, s) – це дворівнева стратегія (рис. 2.4).

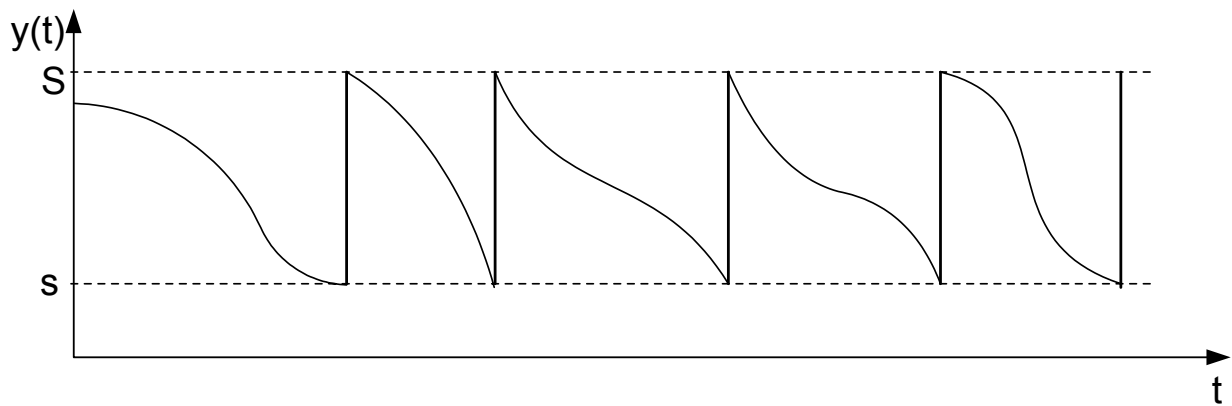


Рис. 2.4

Замовлення формується при досягненні критичного малого рівня s . Обсяг замовлення має забезпечити поповнення запасу до граничного верхнього рівня S . Час формування замовлення – довільний.

Стратегії управління запасами, що застосовуються на практиці, найчастіше є комбінацією цих базових стратегій.

Тема 3

ЕЛЕМЕНТАРНІ МОДЕЛІ ТЕОРІЇ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ. ОДНОПРОДУКТОВА МОДЕЛЬ З ДЕТЕРМІНОВАНИМ ПОСТІЙНИМ ПОПИТОМ

Загальний випадок

Розглянемо модель, що описує просту систему зберігання з детермінованим постійним попитом і постійною інтенсивністю поповнення запасів. Така модель застосовується при дослідженні резервуарів для зберігання сипких речовин або рідини.

Опишемо функціонування системи.

Продукт постачається з інтенсивністю λ до досягнення верхнього граничного рівня S . Попит з інтенсивністю μ здійснюється безперервно. При досягненні граничного рівня дефіциту s поставки відновлюються, при цьому оформлюється замовлення з фіксованою вартістю g . Витрати на зберігання приблизно дорівнюють обсягу запасу, а штраф за дефіцит пропорційний дефіциту.

Графік змінення рівня запасу протягом періоду T показано на рис. 3.1.

Параметри моделі:

λ – інтенсивність попиту;

μ – інтенсивність поставок;

h – питомі витрати на зберігання одиниці продукції;

d – штраф за дефіцит;

g – вартість замовлення, не залежна від обсягу партії;

S – верхній граничний рівень запасу (місткість складу);

s_M – граничний рівень дефіциту;
 T – періодичність замовлення.

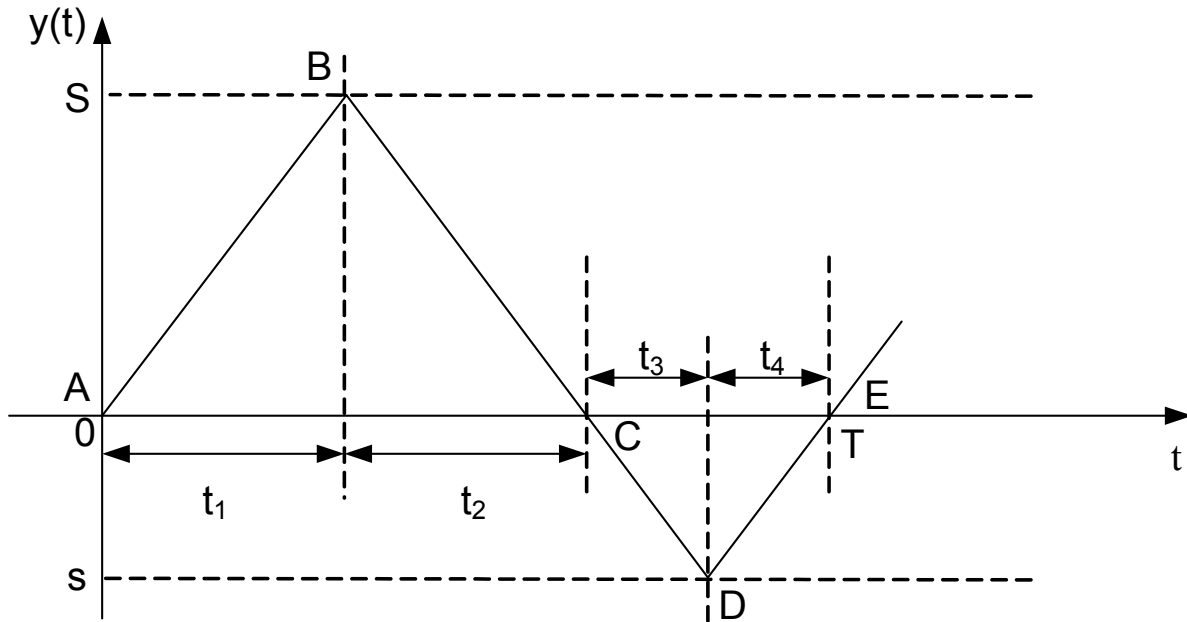


Рис. 3.1

Інтенсивність змінення рівня запасів можна описати диференціальним рівнянням

$$\frac{dy(t)}{dt} = \begin{cases} \mu - \lambda & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ -\lambda & \text{при } t_1 \leq t \leq t_1 + t_2 + t_3, \\ \mu - \lambda & \text{при } t_1 + t_2 + t_3 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (3.1)$$

Проінтегрувавши ці рівняння з урахуванням початкових умов, отримаємо вираз рівня запасу на довільний момент часу $t \in [0, T]$:

$$y(t) = \begin{cases} (\mu - \lambda)t & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ S - \lambda(t - t_1) & \text{при } t_1 \leq t \leq t_1 + t_2 + t_3, \\ S + (\mu - \lambda)(t - t_1 - t_2 - t_3) & \text{при } t_1 + t_2 + t_3 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (3.2)$$

Функція витрат враховує витрати на зберігання запасу, штрафи за дефіцит і фіксовані витрати на оформлення замовлення:

$$L_T = g + h \cdot \int_0^{t_1+t_2} y(t)dt + d \cdot \int_{t_1+t_2}^T y(t)dt = g + h \cdot \Omega_{ABC} + d \cdot \Omega_{CDE}. \quad (3.3)$$

Інтеграл в рівнянні (3.3) легко визначити, обчисливши площу відповідних геометричних фігур.

Витрати на зберігання запасу за період $0 \dots T$ пропорційні площі трикутника ABC , яка дорівнює

$$\Omega_{ABC} = \frac{S}{2}(t_1 + t_2).$$

Розглянемо точку B на рис. 3.1. Для неї виконується рівняння

$$S = (\mu - \lambda) \cdot t_1.$$

Звідси одержимо значення довжини першого підперіоду

$$t_1 = \frac{S}{\mu - \lambda}.$$

Розглянемо точку C . В ній виконується рівняння

$$S - \lambda(t_1 + t_2 - t_1) = 0.$$

З цього рівняння отримаємо значення довжини другого підперіоду

$$t_2 = \frac{S}{\lambda}.$$

Тепер визначимо площу трикутника ABC

$$\Omega_{ABC} = \frac{S}{2} \left(\frac{S}{\mu - \lambda} + \frac{S}{\lambda} \right) = \frac{S^2}{2} \frac{\mu}{\lambda(\mu - \lambda)}.$$

Виконавши аналогічні викладки для трикутника CDE , одержимо:

$$t_3 = \frac{-S_M}{\lambda}, \quad t_4 = \frac{S_M}{\mu - \lambda},$$

$$\Omega_{CDE} = \frac{S_M^2}{2} \frac{\mu}{\mu - \lambda}.$$

Склавши величини довжини всіх підперіодів, отримаємо вираз довжини періоду

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = (S - S_M) \frac{\mu}{\lambda(\mu - \lambda)}. \quad (3.4)$$

Параметри S , S_M , T – взаємозалежні. Визначимо S_M за допомогою S і T :

$$S_M = S - \frac{\lambda(\mu - \lambda)}{\mu} T.$$

Підставивши одержані значення в рівняння (3.3), отримаємо явний розрахунковий вираз величини витрат за період

$$L_T(S, T) = g + h \cdot \frac{\mu}{2\lambda(\mu - \lambda)} \cdot S^2 + d \cdot \frac{\mu}{2\lambda(\mu - \lambda)} \cdot \left[S - \frac{\lambda}{\mu} \cdot (\mu - \lambda) T \right]^2. \quad (3.5)$$

Формули (3.1) – (3.5) описують модель функціонування системи. Тепер розглянемо задачу її оптимізації.

Оптимізація витрат

Як критерій ефективності розглянемо величину витрат за одиницю часу. Щоб їх визначити, розділимо витрати за період $L_T(S, T)$ (3.5) на довжину періоду T (3.4):

$$L(S, T) = \frac{L_T(S, T)}{T} = \frac{1}{T} \left[g + \frac{(g + h)\mu S^2}{2\lambda(\mu - \lambda)} \right] + \frac{\lambda d}{2\mu} \cdot (\mu - \lambda) T - Sd. \quad (3.6)$$

Задача полягає в тому, щоб визначити параметри місткості сховища S і періодичність замовлень T , які мінімізують значення витрат в одиницю часу:

$$L(S, T) \Rightarrow \min,$$

$$S > 0, T > 0.$$

Для розв'язання цієї задачі необхідно знайти похідні (3.6) й спрямувати їх до нуля:

$$\begin{cases} \frac{dL(S, T)}{dS} = \frac{(d+h)\mu S}{\lambda(\mu-\lambda)T} - d = 0, \\ \frac{dL(S, T)}{dT} = \frac{\lambda d}{2\mu} \cdot (\mu - \lambda) - \frac{1}{T^2} \cdot \left[g + \frac{(d+h)\mu S^2}{2\lambda(\mu-\lambda)} \right] = 0. \end{cases}$$

Вирішення отриманої системи диференціальних рівнянь дає змогу одержати оптимальне значення параметрів:

$$S^* = \sqrt{\frac{2\lambda g(1 - \frac{\lambda}{\mu})}{h(1 + \frac{h}{d})}}, \quad (3.7)$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2g(1 + \frac{h}{d})}{\lambda h(1 - \frac{\lambda}{\mu})}}. \quad (3.8)$$

У точці з координатами (S^*, T^*) досягається мінімум витрат:

$$L^* = L(S^*, T^*) = \sqrt{\frac{2\lambda gh(1 - \frac{\lambda}{\mu})}{1 + \frac{h}{d}}}. \quad (3.9)$$

Для такої моделі можна також розрахувати оптимальний обсяг партії, що замовляється:

$$g^* = \sqrt{\frac{2\lambda g(1 + \frac{h}{d})}{h(1 - \frac{\lambda}{\mu})}}.$$

Особливі випадки існуючих моделей детермінованих систем з постійним попитом

1. Дефіцит неприпустимий (рис. 3.2).

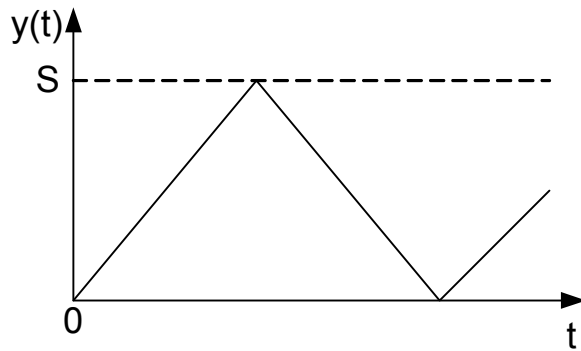


Рис. 3.2

Для виключення дефіциту слід задати дуже великий штраф.

При допущенні $\frac{h}{d} \approx 0$ формули (3.7) – (3.9) приймають такий вигляд:

$$S^* = \sqrt{\frac{2\lambda g}{h} \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)}, \quad (3.10)$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2g}{\lambda h \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)}}, \quad (3.11)$$

$$L^* = \sqrt{2\lambda gh \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)}. \quad (3.12)$$

2. Миттєві поставки (рис. 3.3).

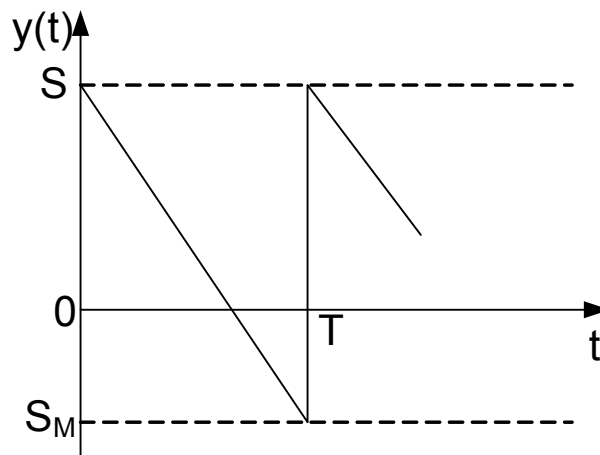


Рис. 3.3

Припущення про миттєві поставки рівнозначно великій інтенсивності поставок μ . При граничному переході за умови $\frac{\lambda}{\mu} \rightarrow 0$ одержимо такий результат:

$$S^* = \sqrt{\frac{2\lambda g}{h(1+\frac{h}{d})}}, \quad (3.13)$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2g(1+\frac{h}{d})}{\lambda h}}, \quad (3.14)$$

$$L^* = \sqrt{\frac{2\lambda gh}{1+\frac{h}{d}}}. \quad (3.15)$$

3. Миттєві поставки, дефіцит неприпустимий (рис. 3.4).

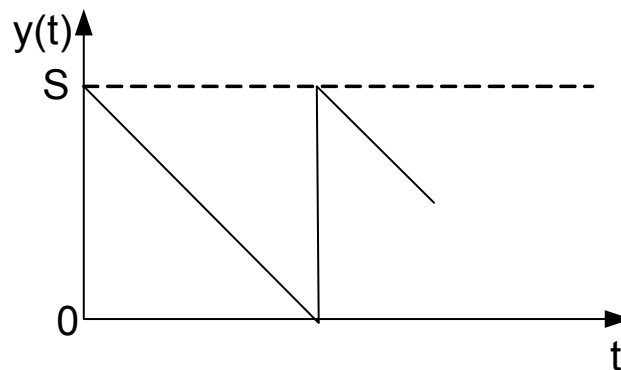


Рис. 3.4

Дані припущення рівнозначні умовам $\frac{h}{d} \approx 0$, $\frac{\lambda}{\mu} \rightarrow 0$, тому одержимо

$$S^* = \sqrt{\frac{2\lambda g}{h}}. \quad (3.16)$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2g}{\lambda h}}. \quad (3.17)$$

$$L^* = \sqrt{2\lambda gh}. \quad (3.18)$$

Вирази (3.16) – (3.18) є відомим результатом теорії управління запасами і мають назву формул Уілсона.

Модель системи зберігання продукту при природному збитку

Розглянемо спеціальну елементарну модель управління запасами, в якій речовина, що зберігається, зазнає природного збитку. Графік зміни рівня запасу зображено на рис. 3.5.

Для цієї моделі правдиві ті ж припущення, що й для моделі, розглянутої вище. Крім того, передбачається, що продукт зазнає природного збитку (усихання, старіння, псування й ін.), який пропорційний наявному запасу, якщо запас існує. У випадку дефіциту збиток відсутній.

Збиток становить $\gamma \cdot y(t)$, якщо $y(t) > 0$, де γ – частка продукції, яка убуває за одиницю часу ($0 \leq \gamma < 1$).

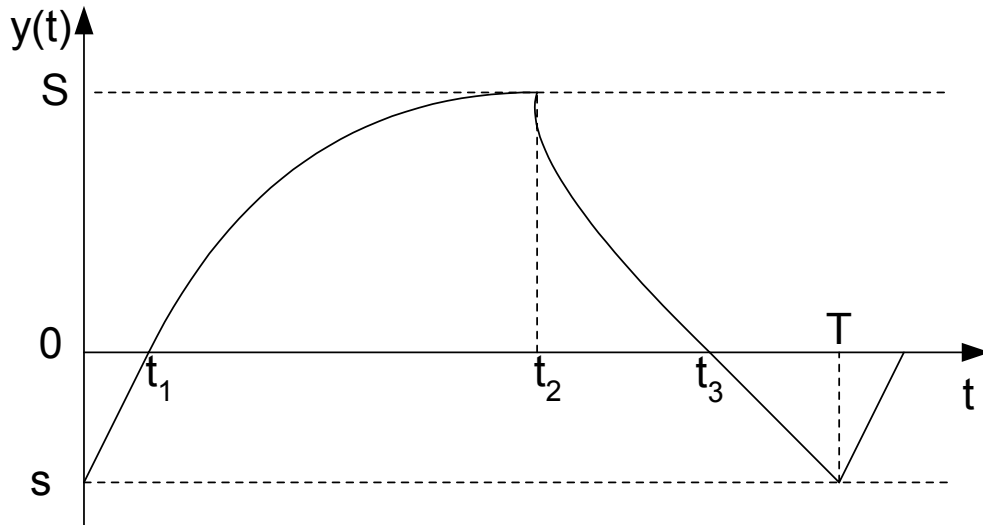


Рис. 3.5

Інтенсивність зміни рівня запасу описуємо рівнянням

$$\frac{dy(t)}{dt} = \begin{cases} \mu - \lambda & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ \mu - \lambda - \gamma y & \text{при } t_1 \leq t \leq t_2, \\ -\lambda - \gamma y & \text{при } t_2 \leq t \leq t_3, \\ -\lambda & \text{при } t_3 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (3.19)$$

Вирішуючи рівняння з урахуванням умов $y(0) = -s$, $y(t_2) = S$, одержуємо рівняння для визначення рівня запасів

$$y(t) = \begin{cases} S + (\mu - \lambda)t_1 & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ [1 - \exp\{-\gamma(t - t_1)\}](\mu - \lambda) & \text{при } t_1 \leq t \leq t_2, \\ (S - \lambda/\gamma)\exp\{-\gamma(t - t_2)\} - \lambda/\gamma & \text{при } t_2 \leq t \leq t_3, \\ -\lambda(t - t_3) & \text{при } t_3 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (3.20)$$

Витрати за один цикл описуються виразом

$$L^T(S, T) = L^{XP}(S, T) + L^{ДЕФ}(S, T) + L^{УБ}(S, T) + g, \quad (3.21)$$

де $L^{XP}(S, T)$ – витрати на зберігання;

$L^{ДЕФ}(S, T)$ – штрафи за дефіцит;

$L^{УБ}(S, T)$ – втрати від природного збитку;

g – фіксовані витрати, вартість оформлення замовлення.

Витрати на зберігання наявного запасу можна визначити таким чином:

$$L^{XP}(S, T) = h \cdot \int_{t_1}^{t_3} y(t) dt = h \cdot \left[\int_{t_1}^{t_2} y(t) dt + \int_{t_2}^{t_3} y(t) dt \right] =$$

$$= h \left\{ \frac{\mu - \lambda}{\gamma} \cdot \left[\frac{-1}{\gamma} \cdot \ln\left(1 - \frac{\gamma S}{\mu - \lambda}\right) - \frac{S}{\mu - \lambda} \right] + \frac{1}{\gamma} \left[S - \frac{\lambda}{\gamma} \cdot \ln\left(1 + \frac{\gamma S}{\lambda}\right) \right] \right\}. \quad (3.21)$$

Витрати, пов'язані з дефіцитом, як і раніше описуються формулою

$$L^{ДЕФ}(S, T) = \frac{S^2 d}{2} \cdot \frac{\mu}{\mu - \lambda}.$$

Втрати від природного збитку оцінюються як різниця між вартістю отриманого й фактично спожитого продукту:

$$L^{УБ}(S, T) = c(\mu \cdot t_2 - \lambda T),$$

де c – ціна одиниці продукту.

Скомпонували всі ці формули й підставивши їх у рівняння (3.21), одержимо розрахунок витрат за цикл.

Явних виразів для знаходження оптимальних значень S^* , s_M^* , T^* , які мінімізують величину витрат в одиницях часу L^* , одержати не вдається.

Оптимізацію проводимо за допомогою чисельних методів.

Тема 4

МОДЕЛЬ ДВОПРОДУКТОВОЇ ДЕТЕРМІНОВАНОЇ СИСТЕМИ З МОЖЛИВІСТЮ ЗАМІНИ ПРОДУКТІВ

Розглянемо модель, яка описує двопродуктову систему з залежністю попиту на один з видів продукції від наявності іншого. На складі зберігається обидва види, які однаково використовуються. Якщо запас одного з видів закінчується, попит на нього може бути задоволено за рахунок запасу іншого виду. Графік змінення рівня запасів обох видів зображено на рис. 4.1. Звернемо увагу на те, що в момент закінчення запасу продукції першого виду попит на другий вид різко зростає.

Припущення:

1. Поставки миттєві.
2. Дефіцит неприпустимий.
3. Витрати на зберігання пропорційні обсягу запасу й тривалості його зберігання.
4. Замість одиниці продукції виду A можна використати k одиниць продукції виду B .

Параметри моделі:

S_A, S_B – граничні рівні запасів продукції видів A і B ;

λ_A, λ_B – інтенсивність попиту на продукцію видів A і B ;

h_A, h_B – питомі витрати на зберігання одиниці продукції видів A і B в одиницю часу;

k – коефіцієнт взаємозаміни;
 c_A, c_B – витрати на відвантаження споживачеві одиниці продукції видів A і B .

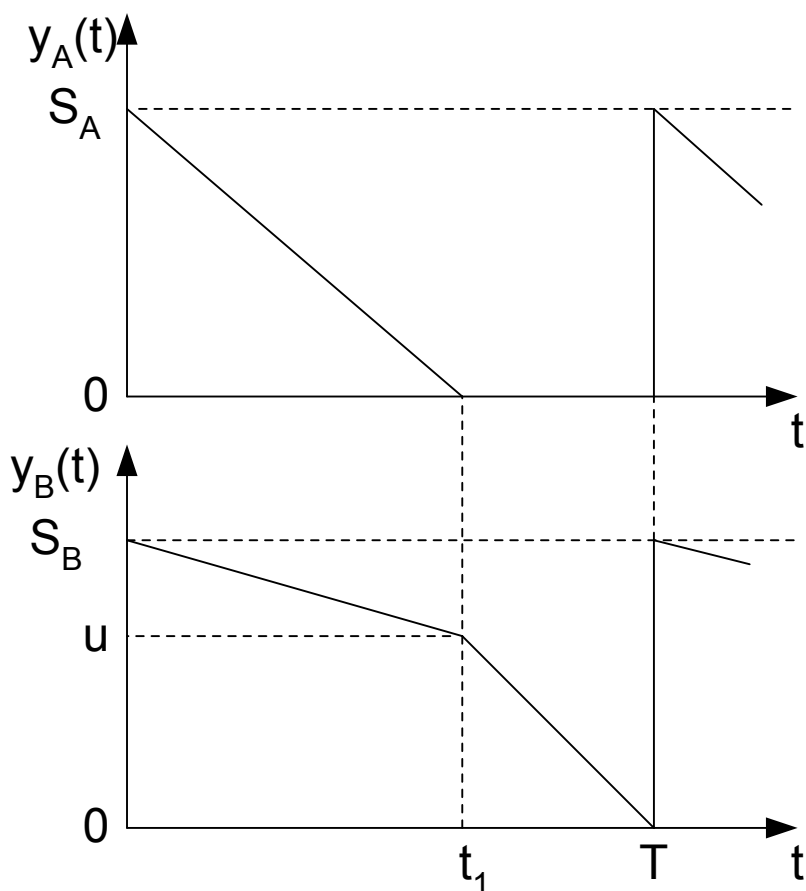


Рис. 4.1

Інтенсивність зміни рівнів запасу описується системою диференціальних рівнянь

$$\frac{dy_A(t)}{dt} = \begin{cases} -\lambda_A & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ 0 & \text{при } t_1 \leq t \leq T, \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\frac{dy_B(t)}{dt} = \begin{cases} -\lambda_B, & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ -(\lambda_B + k\lambda_A), & \text{при } t_1 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (4.2)$$

Початкові умови такі: $y_A(0) = S_A$; $y_B(0) = S_B$; $y_B(t_1) = u$.

Інтегруючи наведені вище рівняння з урахуванням зазначених умов, одержуємо вирази для визначення рівнів запасу обох видів

$$y_A(t) = \begin{cases} S_A - \lambda_A t & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ 0 & \text{при } t_1 \leq t \leq T \end{cases} \quad (4.3)$$

$$y_B(t) = \begin{cases} S_B - \lambda_B t & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ u - (\lambda_B + k \cdot \lambda_A)(t - t_1) & \text{при } t_1 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (4.4)$$

Витрати за період складаються з витрат на зберігання запасів обох видів, витрат, пов'язаних з заміщенням одного виду продукції іншим, а також фіксованої вартості оформлення замовлення:

$$L^T(S_A, S_B) = L_A^{XP} + L_B^{XP} + L^{3AM} + g.$$

Витрати на зберігання запасу першого виду продукції оцінюються так само, як і в елементарній моделі

$$L_A^{XP}(S_A) = h_A \cdot \int_0^{t_1} y_A(t) dt = \frac{1}{2} \cdot h_A \cdot t_1 \cdot S_A = \frac{1}{2} \cdot h_A \cdot \frac{S_A^2}{\lambda_A} = \frac{h_A \cdot S_A^2}{2\lambda_A}. \quad (4.4)$$

Довжину підперіоду t_1 знаходимо з умови

$$S_A - \lambda_A t_1 = 0.$$

Отримуємо

$$t_1 = \frac{S_A}{\lambda_A}.$$

Витрати на зберігання продукції виду B , як і раніше, пропорційні площі фігури під кривою $y_B(t)$ (рис. 4.2). Щоб її визначити, розділимо зазначену фігуру на кілька частин.

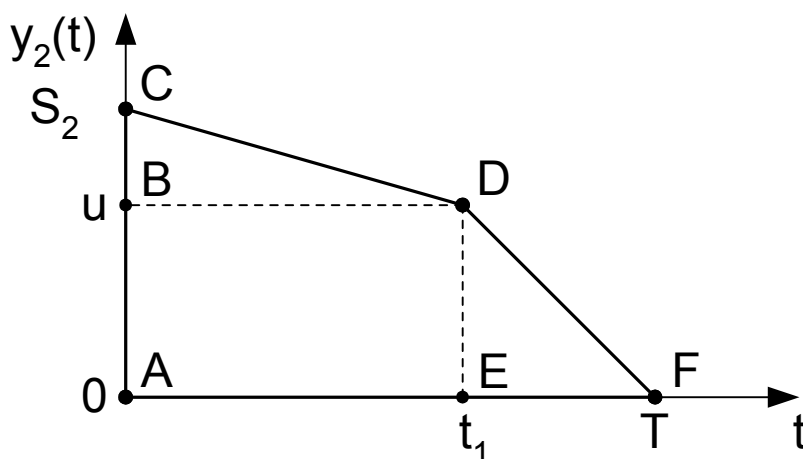


Рис. 4.2

Знаходимо витрати на зберігання продукції виду B :

$$\begin{aligned} L_B^{XP}(S_A, S_B) &= h_B \int_0^T y_B(t) dt = h_B \cdot (\Omega_{ABDE} + \Omega_{ACD} + \Omega_{DEF}) = \\ &= h_B \left(u \cdot t_1 + \frac{1}{2} (S_B - u) t_1 + \frac{1}{2} u (T - t_1) \right) = \\ &= h_B \left(u \cdot t_1 + \frac{1}{2} S_B \cdot t_1 - \frac{1}{2} u \cdot t_1 + \frac{1}{2} u T - \frac{1}{2} u t_1 \right) = \frac{1}{2} h_B (S_B \cdot t_1 + u T). \end{aligned}$$

Виражаємо u і T через S_A і S_B з умови $y_B(t_1) = u$.

$$u = S_B - \lambda_B \cdot t_1 = S_B - \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \cdot S_A, \quad T = t_1 + t_2.$$

Довжину підперіоду t_2 знаходимо з умови $y_B(T) = 0$:

$$0 = u - (\lambda_B + k \cdot \lambda_A) t_2.$$

Отримуємо

$$t_2 = \frac{u}{\lambda_B + k \cdot \lambda_A}.$$

Підставляючи вираз для знаходження u , отримуємо

$$t_2 = \left[S_B - \frac{S_A \cdot \lambda_A}{\lambda_A} \right] \cdot \frac{1}{\lambda_B + k \lambda_A} = \frac{S_B \cdot \lambda_A - S_A \cdot \lambda_B}{\lambda_A (\lambda_B + k \lambda_A)}.$$

Підсумовуючи t_1 і t_2 , визначаємо довжину періоду

$$\begin{aligned} T &= \frac{S_A}{\lambda_A} + \frac{S_B - \frac{\lambda_B}{\lambda_A} S_A}{\lambda_B + k \lambda_A} = \frac{1}{\lambda_B + k \lambda_A} \left[\frac{1}{\lambda_A} S_A (\lambda_B + k \lambda_A) + S_B - \frac{\lambda_B}{\lambda_A} S_A \right] = \\ &= \frac{1}{\lambda_B + k \lambda_A} \left[\frac{\lambda_B}{\lambda_A} S_A + k S_A + S_B - \frac{\lambda_B}{\lambda_A} S_A \right] = \frac{S_B + k S_A}{\lambda_B + k \lambda_A}. \end{aligned} \quad (4.5)$$

Підставляючи u , t_1 і T у вираз для визначення L_B^{XP} , одержуємо

$$L_B^{XP}(S_A, S_B) = \frac{h_B}{2} \left[\frac{S_A \cdot S_B}{\lambda_A} + \left(S_B - \frac{S_A \cdot \lambda_B}{\lambda_A} \right) \frac{k S_A + S_B}{\lambda_B + k \lambda_A} \right]. \quad (4.6)$$

Витрати на замінення продукції першого виду другим пропорційні кількості заміщеної продукції. Таким чином,

$$L^{3AM}(S_A, S_B) = t_2 \cdot \lambda_A (k C_B - C_A).$$

Підставляючи t_2 , отримуємо

$$L^{3AM}(S_A, S_B) = \frac{S_B \cdot \lambda_A - S_A \cdot \lambda_B}{\lambda_B + k \lambda_A} (k C_B - C_A). \quad (4.7)$$

Підставляємо всі складові й ділимо на довжину періоду, одержуємо вираз для визначення витрат в одиницю часу:

$$\begin{aligned} L(S_A, S_B) &= \frac{1}{T} L^T(S_A, S_B) = \frac{\lambda_B + k \lambda_A}{k S_A + S_B} \left[\frac{h_A}{2 \lambda_A} S_A^2 + \frac{h_B}{2} \frac{S_A \cdot S_B}{\lambda_A} + g \right] + \\ &+ \frac{h_B}{2} \left(S_B - \frac{S_A \cdot \lambda_B}{\lambda_A} \right) + \frac{S_B \cdot \lambda_A - S_A \cdot \lambda_B}{k S_A + S_B} (k C_B - C_A). \end{aligned} \quad (4.8)$$

Мінімізацію витрат за параметрами S_A і S_B доводиться виконувати чисельно.

Тема 5

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ З ДЕТЕРМІНОВАНИМ НЕСТАЦІОНАРНИМ ПОПИТОМ

Вище було розглянуто моделі з постійним попитом, але в багатьох випадках таке припущення не відповідає дійсності. Причинами неста-

ціонарного попиту є його сезонні коливання, а також сезонні змінення цін, інфляція й ін.

У випадку сталості параметрів досить було досліджувати окремий період роботи системи. Рішення, отримані для одного періоду були справедливі для всіх інших періодів.

У випадку нестаціонарності параметрів необхідно розглядати функціонування системи протягом тривалого інтервалу часу або протягом багатьох періодів.

Модель системи з безперервним часом

Допущення:

- попит і поповнення запасу відбуваються безперервно, однак їхні інтенсивності непостійні;
- дефіцит припустимий і має вигляд відкладеного попиту.

Параметри моделі:

$x(t)$ – інтенсивність попиту;

$q(t)$ – інтенсивність поповнення;

$c(t)$ – ціна одиниці продукції;

y_0 – запас продукції у початковий момент часу.

Параметри h і d мають той же зміст, що й у попередніх моделях.

Інтенсивність змінення рівня запасів продукції визначається різницею між попитом і поповненням запасу

$$\frac{dy(t)}{dt} = q(t) - x(t).$$

Вираз для визначення рівня запасу в момент t отримуємо, інтегруючи зазначене диференціальне рівняння з урахуванням початкової умови $y(0) = y_0$. Таким чином, одержуємо

$$y(t) = y_0 + \int_0^t q(v)dv - \int_0^t x(v)dv.$$

Графік змінення рівня запасу продукції зображено на рис. 5.1.

При розрахунку витрат слід брати до уваги такі складові: витрати на придбання продукції й зберігання запасу, а також штрафи за дефіцит.

Щоб відокремити складові витрат, поділимо функцію $y(t)$ на дві частини (рис. 5.2).

Наявний запас (верхню частину графіка) позначимо як

$$y^+(t) = \max\{0, y(t)\},$$

а дефіцит (нижню частину графіка, взяту зі зворотнім знаком) – як

$$y^-(t) = \max\{0, -y(t)\}.$$

Тоді функція витрат в інтервалі $(0, t)$ має вигляд

$$L(t) = \int_0^t [c(t) \cdot x(t) + hy^+(t) + dy^-(t)] dt. \quad (5.1)$$

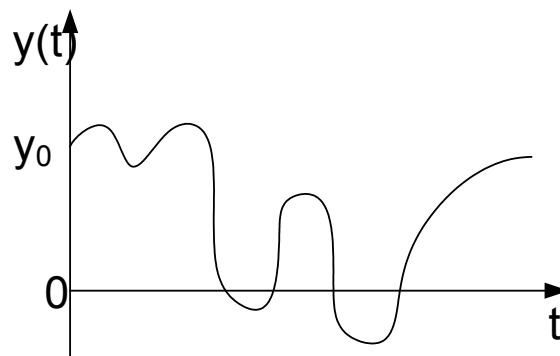


Рис. 5.1

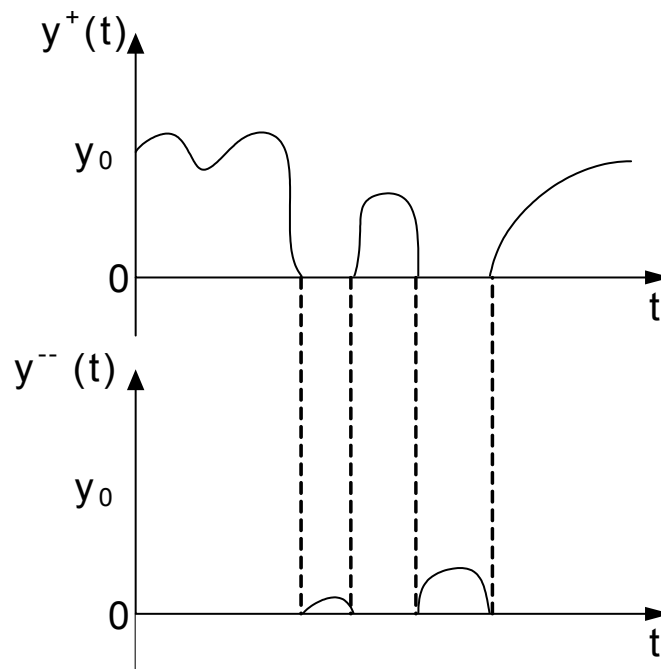


Рис. 5.2

Умовою оптимізації витрат є дорівнювання нулю похідної функції $L(t)$ за тим параметром, за яким виконується оптимізація. Наприклад, можна поставити задачу оптимального вибору початкового запасу. Її розв'язок знаходимо з умови

$$\frac{dL(t, y_0)}{dy_0} = 0.$$

Тільки в деяких випадках вдається в явному вигляді знайти функцію $L(t)$, і далеко не завжди вона є диференційованою. Тому моделі з безперервним часом широко не застосовуються. Замість них розглядають моделі з дискретним часом, які вирішуються методом динамічного програмування.

Модель системи з дискретним часом. Періодична стратегія

У багатьох випадках функціонування системи постачання розглядається протягом декількох періодів з фіксованим часом T . У кожному періоді параметри моделі вважаються постійними. Для їхнього визначення використовуються методи прогнозування. У цьому випадку модель функціонування системи постачання можна подати у вигляді завдання динамічного програмування.

Як приклад розглянемо задачу вибору оптимальної програми поповнення запасу за критерієм мінімізації сумарних витрат.

Параметри моделі:

x_k – попит у період $k = 1, \dots, n$;

q_k – поповнення запасу в період $k = 1, \dots, n$;

y_0 – початковий запас;

c_k – ціна одиниці продукту в період $k = 1, \dots, n$.

Параметри h , d , S мають той же зміст, що й у попередніх моделях.

Задача полягає у визначенні послідовності значень величини поповнення запасу, а також мінімальних сумарних витрати за n періодів L^{nT} .

Визначимо рівень запасу продукції до кінця періоду k :

$$y_k = y_{k-1} + q_k + x_k.$$

Графік змінення рівня запасу продукції зображено на рис. 5.3. Як і в попередньому випадку, поділимо функцію $y(t)$ на дві частини (рис. 5.4). Введемо позначення:

$y_k^+ = \max(0, y_k)$ – наявний запас;

$y_k^- = \max(0, -y_k)$ – дефіцит.

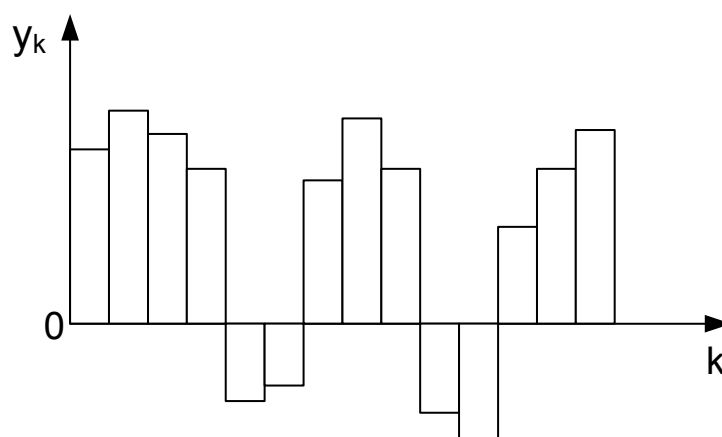


Рис. 5.3

Як і раніше, витрати за період складаються з витрат на поповнення запасу, витрат на зберігання запасу й штрафів за дефіцит:

$$L_k^T = c_k \cdot q_k + hTy_k^+ + dTy_k^-.$$

Витрати за n періодів

$$L^{nT} = \sum_{k=1}^n L_k^T.$$

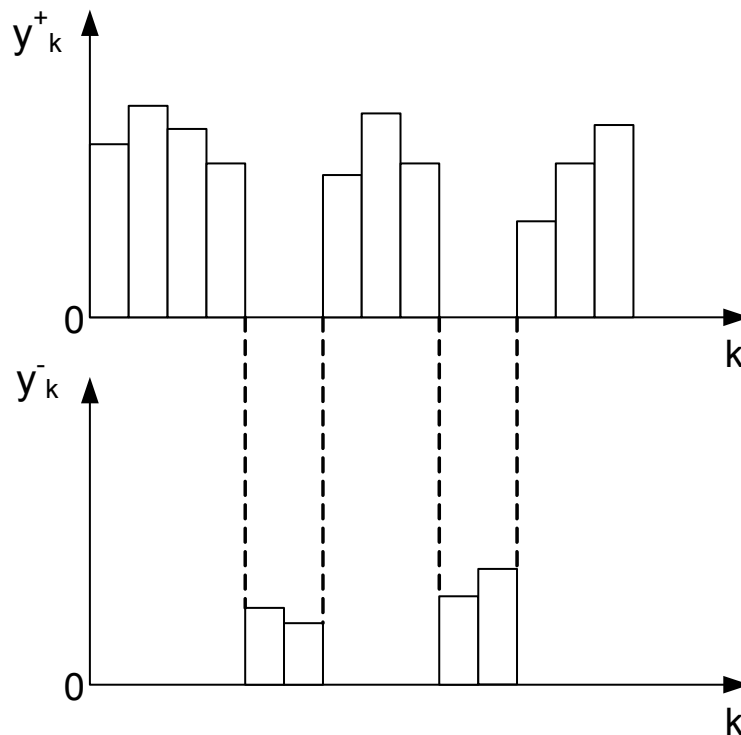


Рис. 5.4

Щоб урахувати часову цінність грошей, у модель додається коефіцієнт дисконтування

$$L^{nT} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+\alpha)^k} L_k^T,$$

де α – процентна ставка, що характеризує дохід, який можна одержати, якщо використати тимчасово вільні кошти в операціях, не пов'язаних з накопиченням запасу.

Коефіцієнт дисконтування, введений у модель для того, щоб відобразити прагнення підприємства відкласти витрати, пов'язані з накопиченням запасів, на як можна більш далекий строк і зберегти в оберті кошти.

Оптимізаційна задача. Мінімізувати цільову функцію

$$L^{nT}(q_k y) = \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+\alpha)^k} [c_k \cdot q_k + hT y_k^+ + dT y_k^-] \quad (5.2)$$

при обмеженнях

$$\begin{aligned} y_k &= y_{k-1} + q_k - x_k, \quad k = 1, \dots, n, \\ y_k^+ - y_k^- &= y_k, \quad k = 1, \dots, n, \\ y_k &\leq S, \quad k = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

Задача (5.2) вирішується методом динамічного програмування.

Для її розв'язання не потрібно, щоб функції витрат були диференційованими. Тому у вигляді (5.2) можна навести більш широке коло задач, ніж у вигляді (5.1).

Тема 6 ІМОВІРНІСНІ МОДЕЛІ СИСТЕМ ПОСТАЧАННЯ

У попередніх моделях всі параметри мали заздалегідь відомі детерміновані значення. На практиці попит часто зазнає випадкових коливань. Вид поповнення запасу й час виконання замовлення також бувають випадковими. У такій ситуації будуються імовірнісні моделі систем постачання із застосуванням методів теорії імовірності випадкових процесів і масового обслуговування.

Одноперіодична задача з випадковим попитом

На початку кожного періоду отримується q одиниць товару. Попит протягом періоду являє собою випадкову величину x із щільністю розподілу $f(x)$. Нереалізований запас наприкінці періоду ліквідується. При ліквідації одиниці товару виникають збитки z . Штраф за дефіцит пропорційний коефіцієнту d та обсягу дефіциту. Товар закуповується за ціною c . Потрібно вибрати обсяг замовлення q таким чином, щоб мінімізувати витрати.

Ця задача має назву одноперіодичної, оскільки результати одного періоду не впливають на інші й можна розглядати будь-який окремий період ізольовано.

Витрати за один період складаються з витрат на поповнення запасу, витрат на ліквідацію нереалізованого запасу та штрафів за дефіцит.

Функція витрат для одного періоду має вигляд

$$L(q) = z \cdot \int_0^q (q - x) f(x) dx + d \cdot \int_0^{\infty} (x - q) f(x) dx + cq.$$

Умова оптимальності – дорівнювання нулю похідної функції витрат за параметром q :

$$\frac{dL(q)}{dq} = 0.$$

Виконуючи диференціювання функції витрат, одержуємо

$$\frac{dL(q)}{dq} = z \cdot \int_0^q f(x) dx - d \cdot \int_q^{\infty} f(x) dx + c. \quad (6.1)$$

Розглянемо щільність розподілу $f(x)$ і функцію розподілу попиту

$$F(x) = \int_0^x f(x) dx,$$

що, як відомо з теорії ймовірностей, задовольняють таким умовам:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1,$$

$$\int_0^{\infty} f(x) dx = \int_0^q f(x) dx + \int_q^{\infty} f(x) dx = F(q) + (1 - F(q)) = 1,$$

$$\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx.$$

Застосовуючи зазначені умови до виразу (6.1) і прирівнюючи похідну до нуля, отримуємо

$$zF(q) - d(1 - F(q)) + c = 0.$$

Звідси визначимо умову оптимізації витрат

$$F(q^*) = \frac{d-c}{d+z}, \quad (6.2)$$

де q^* – оптимальний обсяг замовлення.

Це рівняння визначає умови оптимізації витрат за будь-яким законом розподілу попиту. Приймавши конкретний закон розподілу й підставивши у ліву частину функцію розподілу попиту, можна розв'язати це рівняння і одержати в явній формі вираз для визначення оптимального обсягу запасу.

Припустимо, наприклад, що попит розподілено за показовим законом

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x}{\lambda}\right).$$

В цьому випадку рівняння (6.2) приймає вигляд

$$1 - \exp\left(-\frac{q^*}{\lambda}\right) = \frac{d-c}{d+z}.$$

Переносимо q^* у ліву частину і отримуємо явний вираз для розрахунку оптимального обсягу замовлення

$$q^* = \lambda \cdot \ln \frac{z+d}{z+c}. \quad (6.3)$$

Припущення про ліквідацію запасу продукції до кінця періоду дозволяє розглядати тільки один період у роботі системи. Дана задача має численні практичні застосування, пов'язані із закупівлею модних, сезонних або швидкопсувних товарів. Прикладом є відома «задача газетяра» – вибір оптимального обсягу замовлення газет.

У випадку, якщо запас може нагромаджуватися протягом тривалого часу, моделі мають більш складний вигляд.

Моделі системи з безперервним часом

У загальному випадку модель процесу зберігання має вигляд, близький до рівняння (5.1), однак попит $x(t)$ і поповнення запасу $q(t)$ є випадковими процесами.

У багатьох випадках функціонування системи постачання вдається відобразити у вигляді системи масового обслуговування (СМО). Способи інтерпретації систем постачання у вигляді СМО можуть бути різними. Наприклад, черга СМО може інтерпретуватися як запас, а простій – як дефіцит (рис. 6.1).

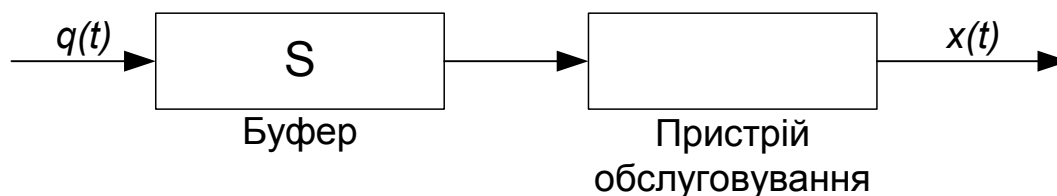


Рис. 6.1

У цьому випадку модель системи постачання можна подати у вигляді СМО типу $G_q / G_x / 1 / S / \infty / Fifo$, де G_q – розподіл вхідного потоку; G_x – розподіл вихідного потоку; 1 означає, що в системі – один канал; S – обсяг буфера; ∞ – обсяг зовнішнього середовища; *Fifo* – дисципліна обслуговування.

У багатьох випадках буває зручно інтерпретувати дефіцит як чергу заявок, а запас як час простою СМО.

Іноді більш зручно інтерпретувати запас як число незайнятих каналів у багатоканальній СМО (рис. 6.2).

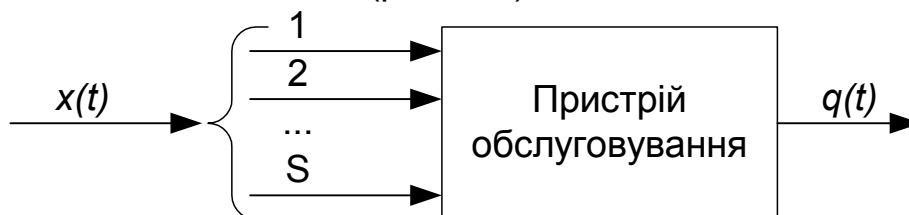


Рис. 6.2

Модель системи постачання можна подати у вигляді СМО типу $G_x \setminus G_q \setminus S \setminus \infty \setminus \infty \setminus Fifo$, де S – число каналів, решта параметрів – ті ж самі, що і в попередньому випадку.

Модель системи постачання запасних частин

Розглянемо поширений приклад систем з випадковими параметрами – систему постачання запасних частин.

Попит на запчастини виникає при поломці устаткування. Якщо попит не задовольняється, устаткування тривалий час простоє в очікуванні ремонту, при цьому виникають істотні збитки, які при побудові моделі розглядаємо як штраф за дефіцит.

Будемо вважати, що витрати на зберігання пропорційні розміру комплекту запасних частин, включаючи запчастини, що використовуються в ремонті. При таких допущеннях функція витрат має вигляд

$$L(S) = h + d \cdot \sum_{X=S+1}^{\infty} (X - S)p_x,$$

де p_x – імовірність того, що в ремонті перебувають рівно X одиниць устаткування (X – ціле число).

Імовірності p_x залежать від характеристик потоків відмов й організації ремонту. Якщо потік відмов розподілено за законом Пуассона з інтенсивністю λ , а тривалість ремонту має показове розподілення з інтенсивністю μ , роботу системи постачання можна описати моделлю СМО типу М/М/1 (рис. 6.3).

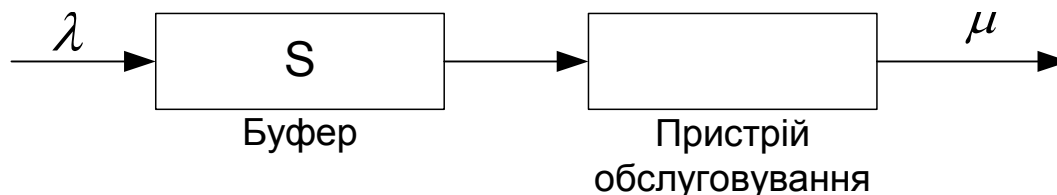


Рис 6.3

У цьому випадку кількість заявок на ремонт поламаного устаткування X збігається з числом заявок, що перебувають у СМО. Дефіцит виникає, якщо кількість заявок на ремонт X перевищує розмір комплекту устаткування S .

Для визначення ймовірності p_x використовується відома з теорії масового обслуговування формула для розрахування ймовірності того, що в СМО типу М/М/1 знаходиться рівно X заявок

$$p_x = (1 - \rho)\rho^x, \quad X = 1, 2, \dots, \infty, \quad \text{де } \rho = \frac{\lambda}{\mu}, \quad \rho < 1.$$

При зроблених припущеннях функція витрат має такий вигляд:

$$L(S) = h + d \frac{\rho^{S+1}}{1 - \rho}.$$

У цьому випадку легко отримати оптимальний розмір комплекту запчастин:

$$S^* = \left[\frac{\ln\left(\frac{d}{h}\right)}{\ln\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)} \right].$$

Зроблені допущення щодо того, щоб потік відмови був пуассонівським, а тривалість ремонту підпорядковується показовому закону розподілу, цілком відповідають дійсності й підтверджуються теорією надійності.

Тема 7

ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ВЕЛИКОЇ РОЗМІРНОСТІ

При побудові раніше вивчених моделей було розглянуто функціонування єдиного складу, що постачає ресурсами єдиного споживача від єдиного постачальника. Також досліджено один або два види

ресурсів. Реальні системи зберігання мають більш складну розгалужену структуру й працюють з багатьма видами ресурсів (до декількох десятків тисяч на крупних промислових підприємствах або в торговельних мережах). Різні номенклатури ресурсів характеризуються різноманітною фізичною формою і умовами зберігання, різними величинами вартості, попитом і поповненням запасів.

Розглянемо систему постачання, що працює з кількома постачальниками й споживачами.

Модель системи постачання з прямими зв'язками

Розглянемо систему прямих поставок M номенклатур ресурсів від I постачальників до J споживачів без проміжних складів (рис. 7.1). Різні постачальники поставляють ресурси однієї номенклатури за різними цінами й в обмеженій кількості.

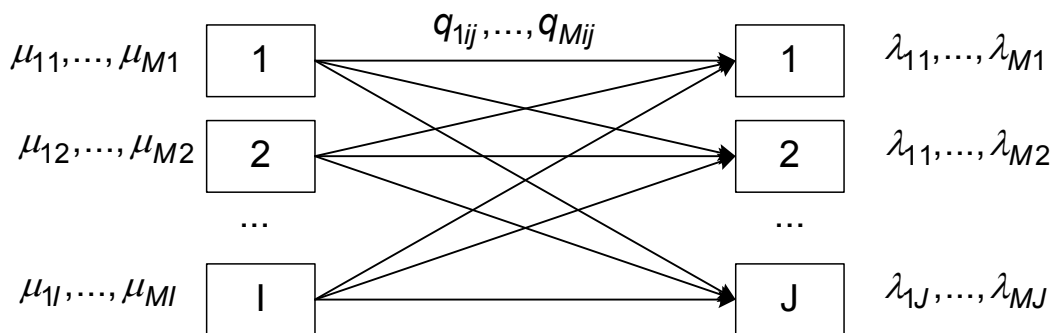


Рис 7.1

В даній системі існує $I \times J \times M$ матеріальних потоків.

Параметри моделі:

C_{mi} , де $m = \overline{1, M}$, $i = \overline{1, I}$ – ціна одиниці ресурсу номенклатури m у постачальника i ;

λ_{mj} – попит на ресурси номенклатури m з боку споживача j ;

μ_{mi} , де $m = \overline{1, M}$ – найбільш можливий обсяг постачання ресурсу номенклатури m постачальником i ;

r_{mij} – вартість доставки одиниці ресурсу номенклатури m від постачальника i до споживача j ;

q_{mij} – обсяг замовлення на ресурс номенклатури m від споживача j до постачальника i .

Припущення:

- дефіцит неприпустимий, тобто загальна пропозиція по кожній з номенклатур перевищує загальний попит;
- витрат на зберігання немає;
- розглядаємо один період тривалістю T .

Необхідно визначити оптимальні обсяги замовлень до всіх постачальників.

У цьому випадку не маємо ні витрат, пов'язаних зі зберіганням запасу, ні штрафів за дефіцит. Витрати системи складаються з витрат

на придбання ресурсів і витрат на транспортування, підсумованих за всіма матеріальними потоками:

$$L(q) = \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (C_{mij} + r_{mij}) q_{mij}.$$

Щоб вирішити оптимізаційну задачу, слід підібрати обсяги замовлень q_{mij} , що мінімізують сумарні витрати з урахуванням обмеженості можливостей постачальників. Оптимізаційна задача формулюється таким чином:

мінімізувати цільову функцію

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (C_{mij} + r_{mij}) q_{mij} \Rightarrow \min \quad (7.1)$$

при таких обмеженнях

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J q_{mij} = \sum_{j=1}^J \lambda_{mj}, \quad m = \overline{1, M},$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J q_{mij} \leq \sum_{i=1}^I \mu_{mi}, \quad m = \overline{1, M},$$

$$q_{mij} \geq 0, \quad m = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}.$$

Перше обмеження вказує на те, що попит споживачів слід обов'язково задовольняти. Друге обмеження враховує можливості постачальників. Третє обмеження має суто формальний характер і вказує на те, що змінні не можуть мати негативних значень.

Ця задача являє собою транспортну задачу лінійного програмування, її недолік – велика розмірність.

Модель системи постачання із централізованим складом

Постачальники пов'язані зі споживачами не напрямки, а через центральний склад (рис. 7.2), тому з'являються витрати зберігання, однак транспортні витрати менші. У цьому випадку постачання споживачів є функцією центрального складу й не залежить від того, як організована робота з постачальниками.

Матеріальних потоків у системі теж менше ($M \times (I + J)$), причому при оптимізації будемо розглядати лише потоки від постачальників до складу, оскільки потоки зі складу до споживачів відповідають попиту і не можуть бути змінені.

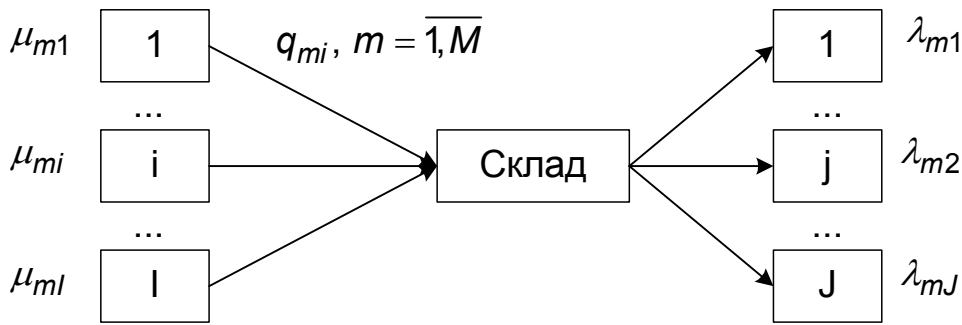


Рис. 7.2

Задача оптимізації обсягу замовлень до постачальників формулюється таким чином:

мінімізувати цільову функцію

$$\sum_m \sum_i (C_{mi} + r_{mi} + \frac{1}{2} h_m) q_{mi} \Rightarrow \min \quad (7.2)$$

при обмеженнях

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J q_{mij} &= \sum_{j=1}^J \lambda_{mj}, \quad m = \overline{1, M}, \\ \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J q_{mij} &\leq \sum_{i=1}^I \mu_{mi}, \quad m = \overline{1, M}, \\ q_{mij} &\geq 0, \quad m = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}. \end{aligned}$$

Ці обмеження мають такий же самий зміст, що й відповідні обмеження в задачі (7.1).

Для оптимізації обсягу замовлень досить розглянути тільки потоки ресурсів від постачальників до складу. Тому в моделі (7.2) всі змінні з індексом m_i мають той же економічний зміст, що й змінні з індексом m_j у моделі (7.1), але характеризують потоки ресурсів не від постачальника до споживача, а від споживача до складу. Потоки ресурсів зі складу до споживача не розглядаються, оскільки при розв'язанні даної задачі їх неможливо оптимізувати.

Дворівнева система складів

Розглянемо систему постачання із центральним складом і N проміжними складами (рис. 7.3). Центральний склад є адміністративним органом, що управляє закупівлею ресурсів і розподілом їх по проміжних складах.

Проміжні склади здійснюють зберігання запасів ресурсів і постачання споживачів. Місткість проміжних складів обмежена.

Будемо оптимізувати $q_{mi}^{<1>}$ – обсяги замовлень до постачальників і $q_{mnj}^{<2>}$ — обсяги поставок з проміжного складу n споживачеві j .

За допомогою моделі закупівель опишемо роботу центрального складу. Оптимізація здійснюється за критерієм мінімуму витрат. Вра-

ховуємо такі складові витрат: вартість закупівлі ресурсів і вартість транспортування ресурсів від постачальника. Витрати на зберігання відсутні, оскільки центральний склад є суто адміністративним органом.

Оптимізаційна задача формулюється таким чином:

мінімізувати цільову функцію

$$\sum_m \sum_i (C_{mi} + r_{mi}) q_{mi}^{<1>} \Rightarrow \min \quad (7.3)$$

при обмеженнях

$$\sum_i q_{mi} = \sum_j \lambda_{mj}, \text{ де } m = \overline{1, M},$$

$$q_{mi} \leq \mu_{mi},$$

$$q_{mi} \geq 0, \text{ } m = \overline{1, M}, i = \overline{1, I}.$$

Обмеження мають такий же самий зміст, що й відповідні обмеження в моделі (7.2).

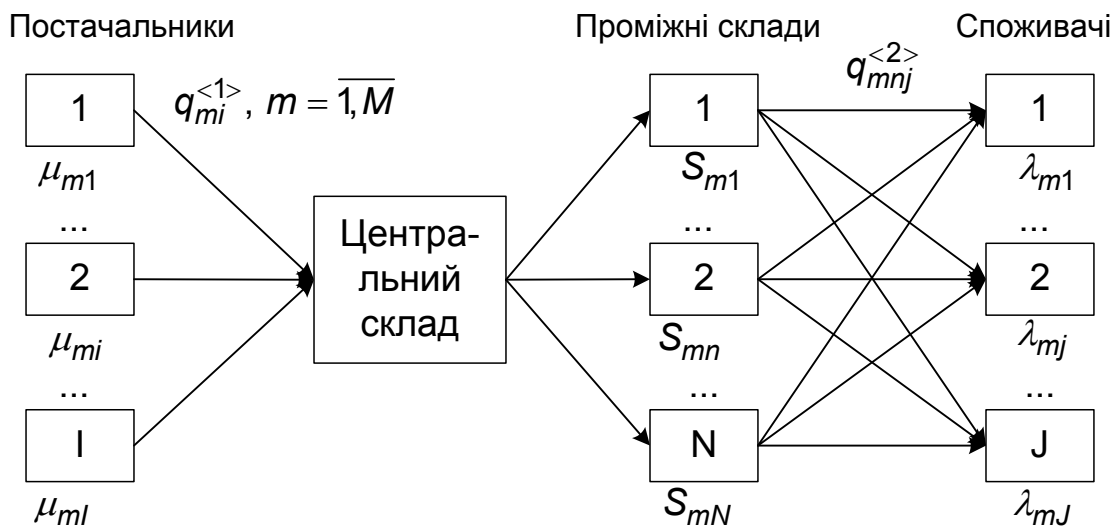


Рис. 7.3

Модель поставок описує роботу проміжних складів. Тут враховуються такі складові витрат: вартість зберігання запасів на складах і вартість транспортування з проміжних складів до споживачів. Оптимізаційна задача формулюється таким чином:

мінімізувати цільову функцію

$$\sum_m \sum_i \sum_j (r_{mnj} + \frac{1}{2} h_{mn}) q_{mnj}^{<2>} \Rightarrow \min \quad (7.4)$$

при обмеженнях

$$\sum_n \sum_j q_{mnj}^{<2>} = \sum_i \lambda_{mi}, \text{ де } m = \overline{1, M},$$

$$\sum_j q_{mnj}^{<2>} \leq S_{mn}, \text{ } m = \overline{1, M}; n = \overline{1, N},$$

$$\sum_n \sum_j q_{mnj}^{<2>} = \sum_i q_{mi}^{<1>},$$

$$q_{mnj}^{<2>} \geq 0, \quad m = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, I}.$$

Перше обмеження означає, що весь попит необхідно задовольнити (дефіцит неприпустимий). Друге обмеження враховує місткість складів. Третє обмеження означає, що всі ресурси, одержані від постачальників, слід поділити між споживачами. Останнє обмеження має суто формальний характер і вказує на те, що змінні $q_{mnj}^{<2>}$ не можуть мати негативних значень.

Вирази (7.1) – (7.4) є задачами лінійного програмування.

Ситуація істотно ускладнюється, якщо відмовитися від припущення, що ціни й транспортні витрати пропорційні обсягу замовлень. У цьому випадку ці вирази перестають бути задачами лінійного програмування.

Тема 8

МЕТОДИ Й ЗАСОБИ РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуті вище моделі є основою математичного забезпечення автоматизованих систем управління ресурсами підприємства. Їх застосування передбачає розроблення й впровадження відповідних комп'ютерних систем та інформаційних технологій.

Розроблення або побудова інтегрованих АСУ підприємством припускає розгляд багатьох виробничих логістичних і фінансових процесів у сукупності й взаємодії, а також управління ними. Це вимагає уніфікованого подання розглянутих процесів з використанням одного з низки стандартів управління бізнесом. Розглянемо базові концепції та стандарти автоматизованого управління ресурсами машинобудівного підприємства.

Концепція MPS

Концепція MPS (Master Planning Scheduling) описує побудову підсистеми об'ємно-календарного планування. На основі маркетингових досліджень визначається прогноз попиту й будується план продажів з поділенням по календарних періодах (як правило, щомісячно). Виходячи з плану продажів, формуються плани виробництва й поповнення запасів, що являє собою детерміновану багатоперіодичну задачу управління запасами, яка, як правило, вирішується методом динамічного програмування. Об'ємно-календарне планування є одним з основних стандартів управління бізнесом, однак це ідеалізує ситуацію, виключаючи з розгляду такі фактори, як випадкові коливання попиту, випадкові затримки поставок, оптові знижки.

Концепція MPS регламентує побудову підсистем збільшеного календарного плану виробництва. Основними завданнями MPS-

підсистем є визначення обсягу виробництва продукції й поділення по крупних календарних періодах.

MPS-підсистема має взаємодіяти з підсистемою маркетингових досліджень для одержання даних про попит на продукцію й з іншими підсистемами планування, що надають їй інформацію, необхідну для побудови більш детальних планів. На рис. 8.1 зображено схему роботи MPS-підсистеми.

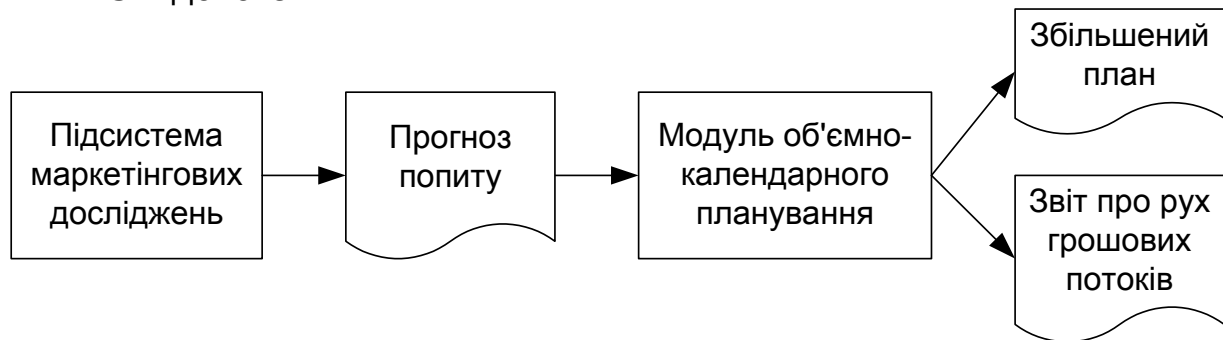


Рис. 8.1

MPS-підсистема є однією з найпростіших компонент АСУ підприємствами. Практично будь-яка АСУ включає MPS-підсистему.

Концепція SIC

Концепція SIC (Statistical Inventral Control) регламентує побудову підсистем статистичного управління запасами. Із застосуванням статистичних методів вивчається динаміка змінення запасів і визначаються параметри системи зберігання ресурсів. З використанням математичних методів вирішуються задачі оптимізації страхового запасу, визначення строків поповнення запасу й граничного рівня поповнення запасів.

Статистичне управління застосовується до тих видів ресурсів, які використовуються при виробництві багатьох видів продукції. Звичайно, це сировина й недорогі комплектуючі. У цьому випадку немає необхідності прив'язувати управління запасами до планів виробництва, можна використати збільшені статистичні методи, основані на аналізі змінення складських запасів, а також управління ними.

Функції SIC-підсистеми:

1. Статистичний контроль запасів і визначення параметрів моделі управління запасами за статистичними даними.
2. Прогнозування змінення обсягів запасів.
3. Розрахунок точки замовлень (reorder point), страхового запасу (safety stock), граничного рівня поповнення запасів відповідно до обраної стратегії управління запасами.
4. Автоматичне формування замовлень на поповнення запасу покупних і вироблених виробів і відповідне коректування планів закупівлі й виробництва.

Компоненти SIC-підсистеми:

1. Модуль складського обліку.
2. БД статистичної інформації про рух матеріальних ресурсів.
3. Бібліотека методів статистичного аналізу.
4. Бібліотека моделей управління запасами.
5. Модуль генерування замовлень.
6. Інтерфейси для взаємодії з підсистемами АСУ.

Схему функціонування SIC-підсистеми показано на рис. 8.2.

Система управління запасами має виконувати не тільки статистичний контроль запасів, але й інформувати службу постачання й виробничі підрозділи підприємства про необхідність їх поповнення, а для цього слід забезпечити взаємодію SIC-підсистеми з підсистемами планування для відображення в плані цих систем робіт, що забезпечують поповнення запасу (закупівлю або виробництво комплектуючих на цьому підприємстві).

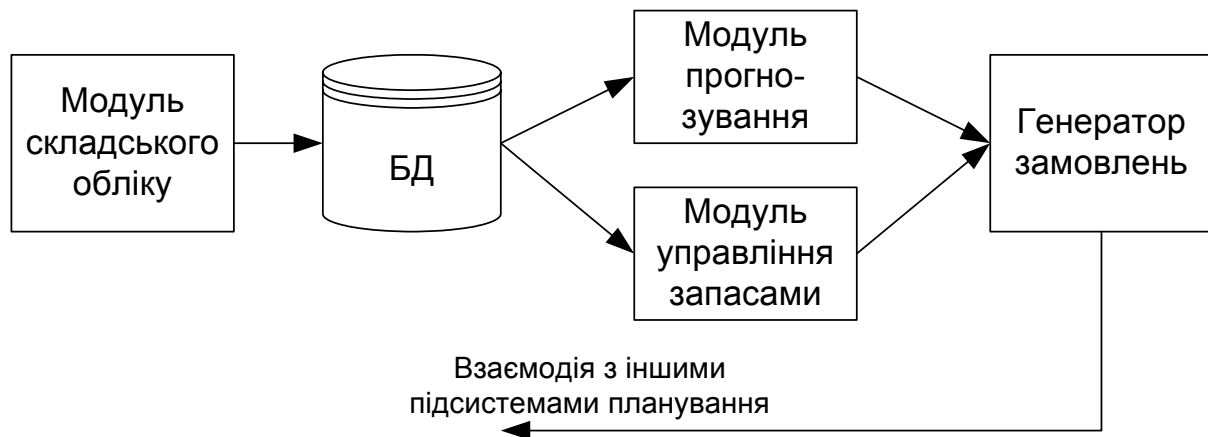


Рис. 8.2

Концепція MRP

Концепція MRP (Material/Manufacturing Resource/Requirement Planning) описує побудову підсистем планування матеріальних ресурсів при виробництві складних виробів.

Вироби складаються з ряду компонентів (деталі, вузли, агрегати підзбірки, збірки), які в ході складального виробництва перетворюються в єдиний виріб. Одна частина компонентів виробляється в різних цехах підприємства, а друга – закуповується на інших підприємствах. Якщо план продажів формується для готових виробів, то план поповнення запасів слід розробляти, виходячи з потреб виробництва окремих компонентів виробу в різних цехах.

Концепція MRP припускає структурну декомпозицію складного виробу й подання його у вигляді ієрархічної багаторівневої структури BOM – Bill of material. План поповнення запасу будується для елементів нижнього рівня BOM. Таким чином, MRP поєднує в собі ряд методів

для планування запасів в складальному виробництві, а також управління ними.

MRP-підсистеми на відміну від SIC-підсистем забезпечують управління запасами комплектуючих, призначених для виробництва виробів певного виду. У цьому випадку збільшений статистичний контроль недостатній і процес управління запасами слід погодити з планом виробництва виробів даного виду.

Функції MRP-підсистеми:

1. Формування планів поповнення запасів (планів закупівлі або виробництва комплектуючих) шляхом оброблення інформації про потреби в комплектуючих у календарному розрізі.
2. Аналіз об'ємно-календарного плану і одержання інформації про потреби в комплектуючих.
3. Простеження змінень в об'ємно-календарному плані й коректування планів поповнення запасів.

В MRP-підсистемах використовується п'ять типів виробів: виробничі; покупні; узагальнені (як виробничі, так і покупні); факторні (вартісні), які використовуються для відображення деяких видів витрат; субпідрядні, які виготовляються іншими підприємствами за субпідрядним договором.

На кожний виріб виконуються головні записи, які визначають його тип, одиниці виміру, стратегію управління запасами й ін.

Складний виріб в MRP-підсистемі подається у вигляді деревоподібної структури. Склад ресурсів планується для нижнього рівня. Для кожного структурного дерева необхідно визначити потребу ресурсів і час виконання замовлення.

Основні поняття в концепції MRP:

LLC – low level code – найнижчий рівень, на якому даний компонент з'являється в структурному дереві;

Item – будь-який елемент матеріальних запасів (наприклад, сировина, комплектуючі вироби, зборки);

Lof size – оптимальний обсяг запасу;

Lead time – час затримання (інтервал часу між видачею замовлення і його виконанням);

Gross requirement – загальна потреба в ресурсах даного виду на період планування;

Project on hand – передбачуваний запас ресурсів на кінець періоду;

Net requirement – номінальна потреба в ресурсах з урахуванням передбачуваних запасів;

Planned order receipts – плановані надходження;

Planned order releases – запланований час початку виконання виробничих завдань.

Вихідні дані для MRP-підсистеми:

1. Структура виробу у вигляді BOM.
2. Відомості щодо потреб MRP-підсистеми.
3. Відомості щодо запасів ресурсів і прогноз їхнього змінення (з SIC-підсистеми).

Структура MRP-підсистеми:

1. База даних для зберігання структур BOM.
2. Модуль розрахунку потреби в ресурсах (виконує перетворення потреби в готових виробах у потребу в ресурсах з урахуванням часу затримання).
3. Генератор замовлень (формує заявки на закупівлю ресурсів).
4. Інтерфейси для взаємодії з MRP, SIC й іншими підсистемами планування.

Функціонування MRP-підсистеми показано на рис. 8.3.

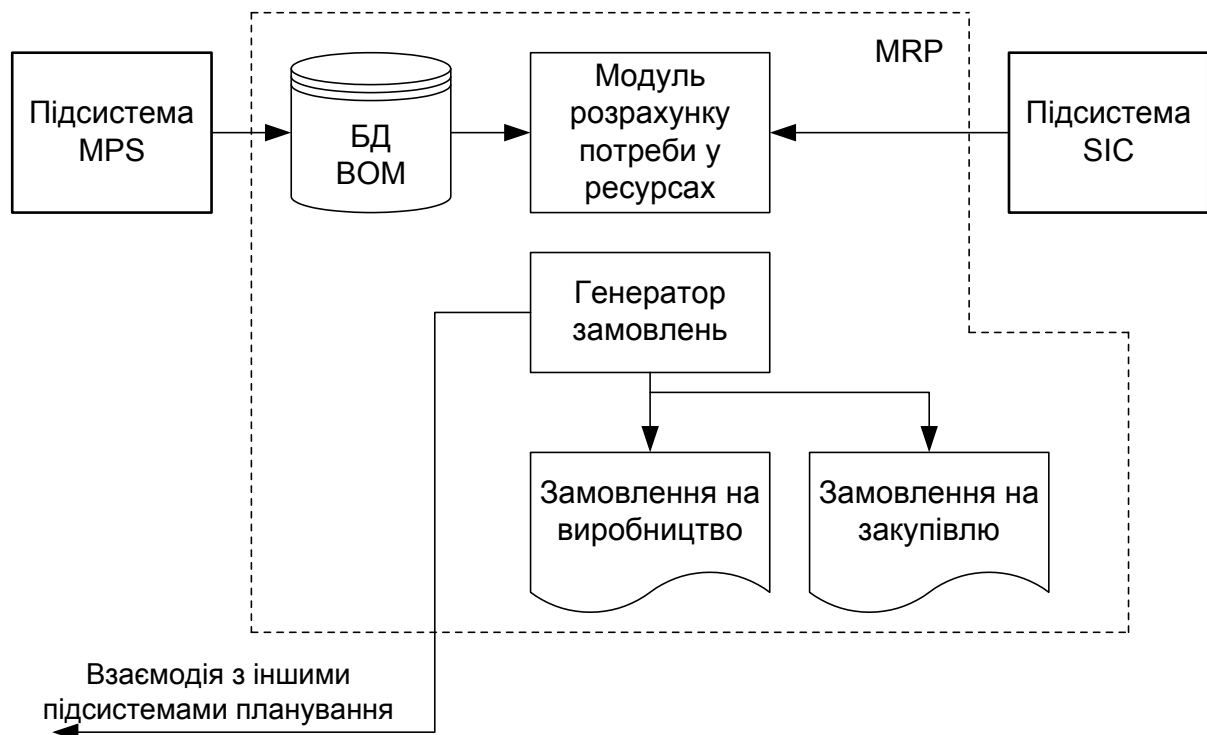


Рис. 8.3

Концепція CRP

Концепція CRP (Capacity Resource Planning) описує побудову підсистем управління виробничими потужностями. Ця концепція передбачає урахування змінності, перерв у роботі, а також можливості переналагодження верстатів.

CRP-підсистема перетворює виробничі замовлення, сформовані MRP-системою, у плани-графіки завантаження виробничих потужностей.

Функції CRP-підсистеми:

1. Формування профілів завантаження робочих центрів (виробничого устаткування й виконавців) відповідно до даних MRP-підсистеми.
2. Коректування профілів завантаження відповідно до реальної продуктивності робочих центрів.
3. Формування планів-графіків для робочих центрів.
4. Простеження змінювання потреби у комплектуючих і внесення коректувань у плани-графіки робочих центрів.

Існує три основних способи коректування профілів завантаження виробничих потужностей:

- змінення строку виконання завдань і перенесення завантаження на інші періоди (переважно на більш ранні строки);
- підвищення виробничих потужностей за рахунок понаднормових робіт;
- передача робіт на субконтракт.

Вихідні дані для CRP-підсистеми:

1. Відомості щодо потреб у вироблюваних комплектуючих з MRP-підсистем.
2. Технологічні маршрути для кожного виду вироблюваних комплектуючих.
3. Відомості про наявні виробничі потужності або робочі центри і їхню продуктивність.
4. Календарі роботи устаткування й виконавців.

Основні поняття в концепції CRP:

Load profile – профіль завантаження.

Capacity – продуктивність, за допомогою якої визначається, на скільки може бути завантажений робочий центр.

Utilization – коефіцієнт використання.

Efficiency – ефективність.

Структура CRP-підсистем:

1. БД технологічних маршрутів.
2. Модуль формування профілів завантаження робочих центрів.
3. Генератор планів-графіків.
4. БД виробничого устаткування.
5. Інтерфейси для взаємодії з MRP й іншими підсистемами планування.

Схему функціонування CRP-підсистеми зображено на рис. 8.4. CRP-підсистема має відслідковувати змінення в плані виробництва, сформованому MRP-системою й за необхідності вносити корективи в плани-графіки робочих центрів.

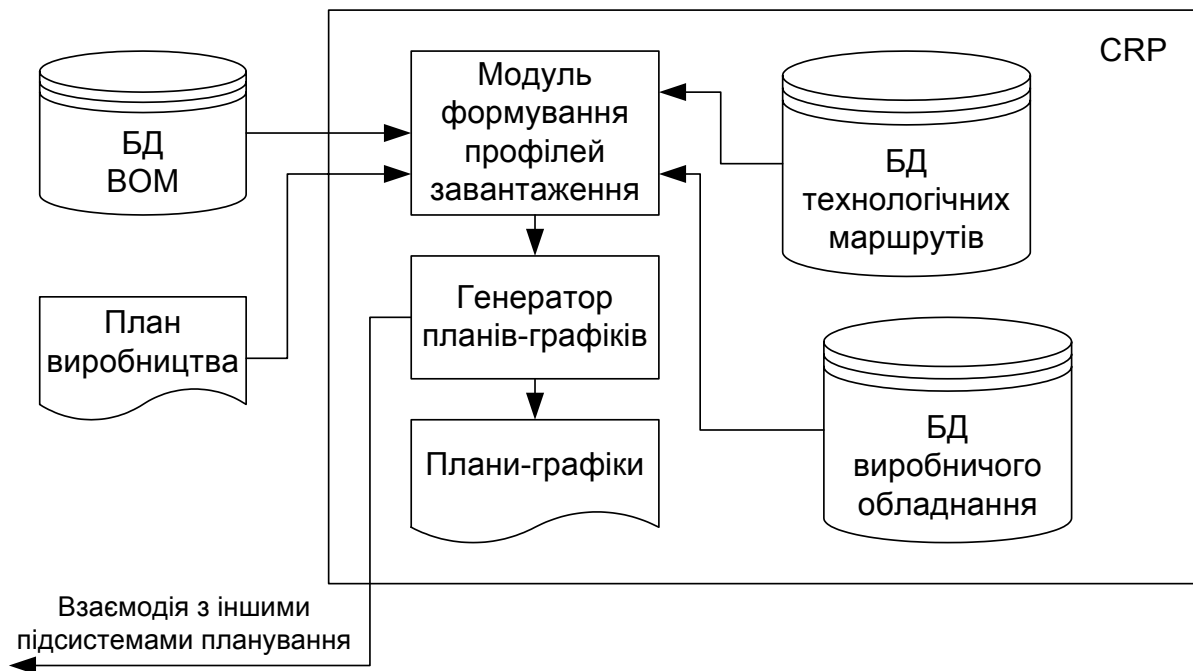


Рис. 8.4

Концепція DPR

Концепція DPR (Distributed Resource Planning) регламентує розроблення підсистем планування розподілу ресурсів.

З погляду логістики виробничий процес являє собою ланцюг поставок, що складається з багатьох логістичних ланцюжків (рис. 8.5).

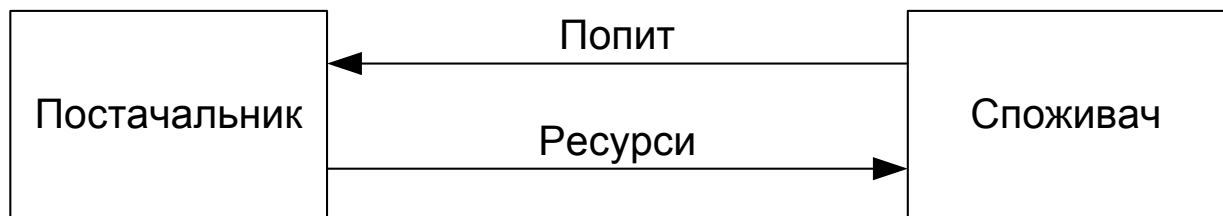


Рис. 8.5

Один і той же виробничий підрозділ бере участь у безлічі логістичних ланцюжків, при чому в одних – у ролі постачальника, а в інших – споживача.

Концепція DPR регламентує побудову систем управління розподілом ресурсів та їхнім рухом між підрозділами підприємства. Основою для формування плану розподілу ресурсів є плани виробництва й закупівлі ресурсів, сформовані підсистемою MRP. Ці плани показують, яку продукцію слід виробити кожному з виробничих підрозділів, а плани розподілу ресурсів – якому підрозділу цю продукцію необхідно передати.

Структура DPR-підсистеми:

1. БД з інформацією про структуру підприємства.
2. Модуль формування плану розподілу ресурсів.

3. Інтерфейси для взаємодії з MRP й іншими підсистемами планування.
4. БД постачальників.
5. БД замовників.

Схему функціонування DRP-підсистеми показано на рис. 8.6.

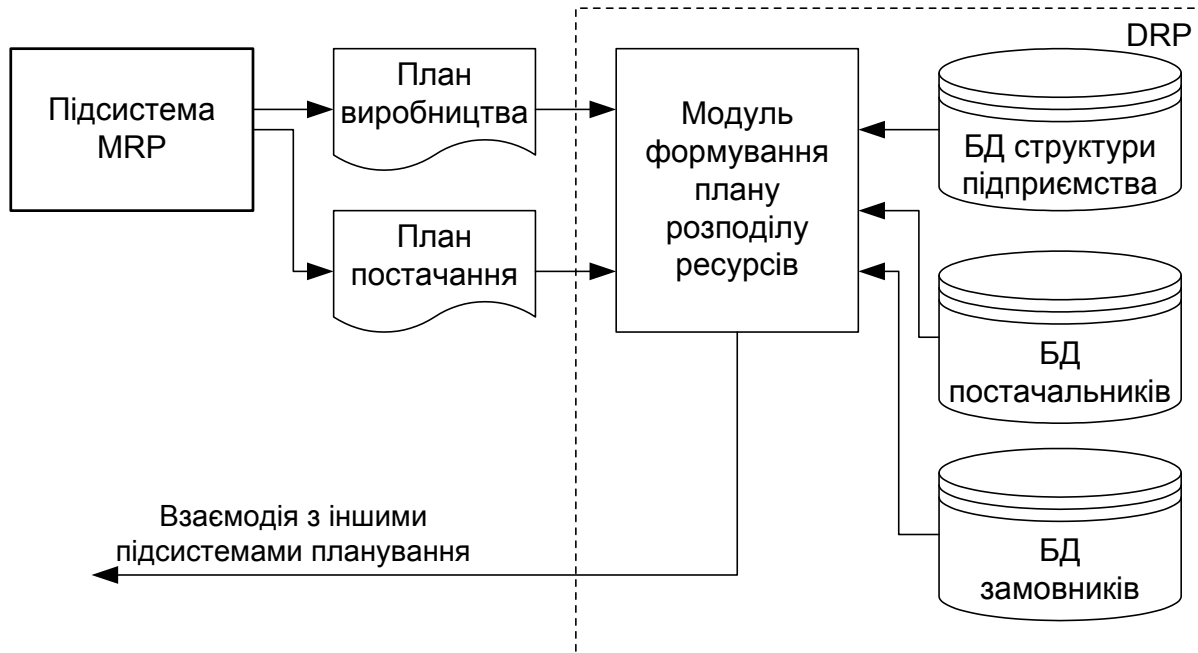


Рис. 8.6

Тема 9

КОНЦЕПЦІЇ Й СТАНДАРТИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Концепція MRP II

Розглянуті вище концепції й стандарти регламентували розроблення підсистем АСУ, що допомагають вирішувати окремі завдання планування. Ці системи взаємодіяли, але способи взаємодії не було зазначено і не було виключено ручне перенесення інформації з однієї підсистеми в іншу.

Концепція MRP II регламентує побудову інтегрованих систем управління ресурсами, що складаються з ряду підсистем планування і управління. Взаємодія підсистем має бути автоматизована.

Ця концепція утворена шляхом об'єднання MRP і CRP й передбачає спільне планування поставок ресурсів і використання виробничих потужностей.

Різні підсистеми виконують завдання розроблення планів різного масштабу й рівня деталізації. Системи класу MRP II мають забезпечувати цілісність і несуперечність ієрархії планів роботи підприємства. Детальні плани мають відповідати загальним планам.

Ієрархія планів підприємства

1. Стратегічний план складається на строк від 1 до 5 років і відображує найбільш загальні очікувані показники роботи підприємства в цілому. Цей план створюється на основі аналізу тенденцій розвитку техніки, прогнозування змінень у ринковому середовищі й появі нових технологій.

2. Бізнес-план формується на один рік з помісячною розбивкою і відображає планові показники роботи підприємства, як правило, в грошовому виразі.

3. Об'ємно-календарний план верстається на рік з помісячною розбивкою і характеризує показники виробництва за основним асортиментом і групами продукції.

4. План поставки ресурсів складається на рік або менше і відображає плани закупівлі їх основних видів.

5. План виробництва формується на рік або менше і визначає обсяги виробництва продукції різних видів різними виробничими підрозділами.

6. План управління виробничими потужностями створюється на невеликий строк і відображає завантаження виробничих потужностей підприємства.

7. План розподілу ресурсів характеризує рух матеріальних потоків (ресурсів) між різними підрозділами підприємства й зовнішніми постачальниками й замовниками.

Мета і завдання систем класу MRP II

Метою впровадження систем класу MRP II є підвищення ефективності управління ресурсами підприємства за рахунок погодженого оперативного управління виробничими процесами й потоками матеріальних ресурсів.

Стандарт MRP II оснований на двох принципах:

- JIT (Just in time – своєчасне замовлення);
- KanBan (своєчасне виробництво).

Принцип JIT полягає в тому, що ресурси (сировину, комплектуючі вироби) слід поставляти на робочі місця безпосередньо перед початком їхнього оброблення.

Принципом KanBan передбачено, що вироби необхідно виготовляти безпосередньо перед виникненням потреби в них. Реалізація цих принципів дозволяє зменшити запаси всіх видів, але вимагає чіткого оперативного управління й точного виконання всіх планів.

Завдання системи MRP II

1. Забезпечити цілісність і несуперечність ієрархії планів підприємства.

2. Забезпечити чітке оперативне управління на нижньому рівні ієрархії в короткостроковому часовому розрізі (до змінно-добових завдань).
3. Виявити на ранній стадії неузгодженості між системою планів і реальним виробничим процесом, інформувати керівництво, корегувати плани.

Схему функціонування системи MRP II зображено на рис. 9.1.

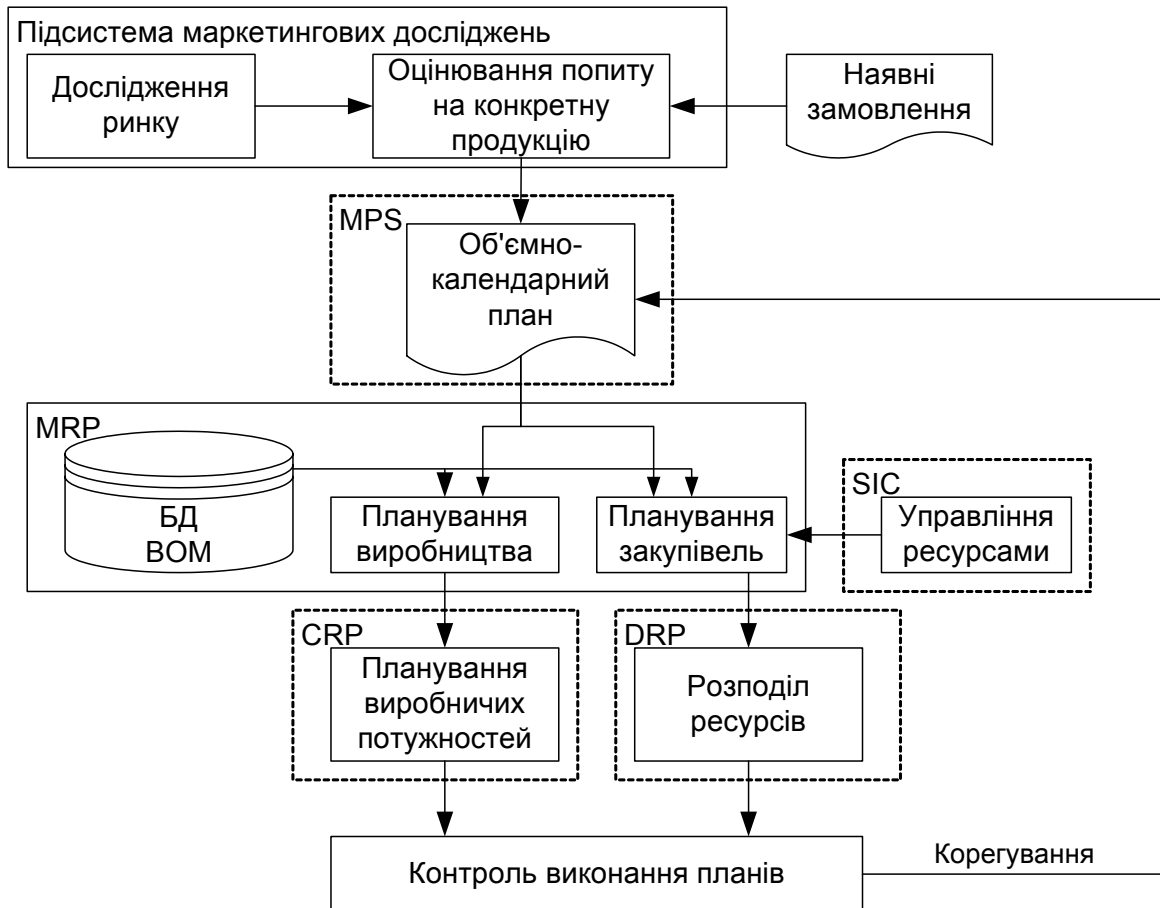


Рис. 9.1

Структура системи MRP II:

1. Підсистема маркетингових досліджень.
2. Модуль планування продажів.
3. Підсистема об'ємно-календарного планування (MRS).
4. Підсистема управління матеріальними ресурсами (MRP).
5. База структури продукції (BOM).
6. Підсистема управління складськими господарствами (SIC).
7. Підсистема управління поставками.
8. Підсистема управління виробництвом на рівні цеху.
9. Підсистема управління виробничими потужностями (CRP).
10. Підсистема контролю входу/виходу (контроль відповідності реальної продуктивності витраченим ресурсам).
11. Підсистема розподілу ресурсів (DRP).

12. Підсистема контролю виробничих операцій.
13. Підсистема управління фінансами.
14. Підсистема моделювання.
15. Модуль оцінювання ефективності.

Концепція MRP II передбачає наявність у системі всіх зазначених модулів або підсистем та їхню інтеграцію в єдину систему з можливістю автоматизованого обміну інформацією за допомогою централізованих сховищ даних і комп'ютерних мереж.

Системи класу MRP II охоплюють й об'єднують практично всі задачі, пов'язані з управлінням матеріальними потоками виробничого підприємства. Але в системі управління підприємством існує ряд задач, що виходять за рамки стандарту MRP II і не пов'язані прямо з управлінням матеріальними потоками. Деякі із цих задач вирішуються системами класу ERP і CSRP.

Концепція ERP

Концепція ERP (Enterprise Resource Planning – планування ресурсів підприємства) передбачає спільне управління не тільки виробничими процесами, але й процесами управління складською системою, збутом продукції, поставками, а також фінансовими процесами.

ERP-системи є більш складними й комплексними, ніж MRP II. Вони також вирішують управлінські задачі в масштабах цілого підприємства, але перелік задач набагато ширше. ERP-системи, як і MRP II, є системами управління ресурсами, але поняття ресурсу трактується в них дуже широко.

Об'єктом управління в ERP-системах є не тільки матеріальні ресурси, але й основні фонди підприємства, кадрові, фінансові, інформаційні ресурси й ін.

Основною функцією ERP-систем є своєчасне подання керівництву підприємства інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень.

Структура ERP-системи складається з підсистем управління матеріально-технічним постачанням, основними фондами, кадрами, складами, закупівлями, збутом, плануванням, виробництвом, контролем, бухгалтерським обліком і фінансовими ресурсами.

Концепція ERP передбачає наявність єдиного середовища, електронного обміну даними між підприємством і його замовниками й постачальниками.

Структуру й функціонування ERP-системи наведено на рис. 9.2.

ERP-системи опираються на концепцію віртуальних підприємств, які являють собою повну й досить детальну комп'ютерну модель, в якій у вигляді програмного забезпечення відображені бізнес-процеси реального підприємства.

Бізнес-процес – це послідовність дій, що приводять до значущого для бізнесу результату.

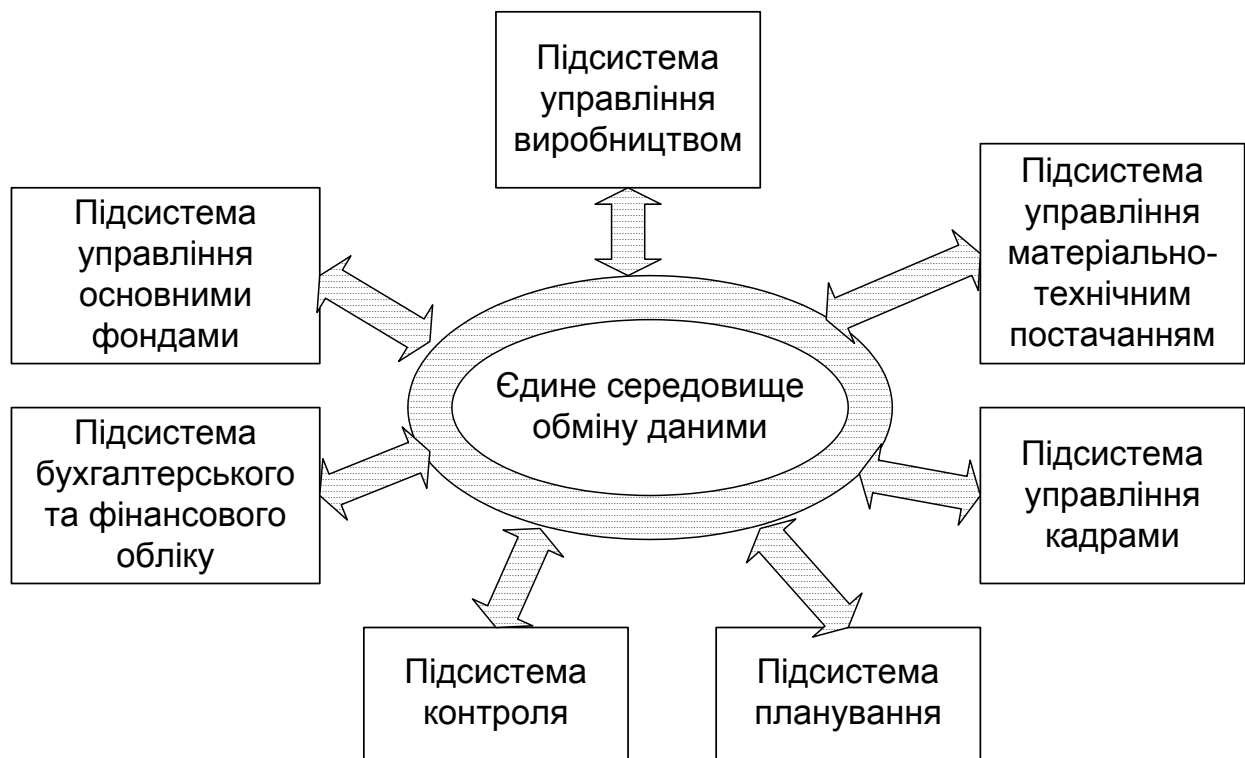


Рис. 9.2

Правильно організована експлуатація ERP-системи здатна багаторазово підвищити ефективність управління підприємством, але впровадження ERP-систем натрапляє на ряд труднощів.

При впровадженні ERP-систем виникають такі проблеми:

1. Підвищення вимог до комп'ютерної техніки й комунікаційного обладнання.

2. Підвищення вимог до швидкості виконання операцій обліку.

3. Відсталість окремих видів бізнес-процесів підприємства. Впровадженню ERP-системи має передувати аналіз бізнес-процесів підприємства й за необхідності – їх реінжиніринг.

4. Локальна автоматизація – наявність у більшості підрозділів підприємства локальних автоматизованих систем, що підтримують бізнес-процеси даного підрозділу й не інтегровані з іншими підсистемами.

Концепція CSRP

Концепція CSRP (Customer Synchronized Resource Planning) передбачає планування ресурсів, синхронізоване з потребами клієнтів. Вона являє собою подальший розвиток концепції ERP для управління підприємством в умовах гострої конкуренції й мінливих вимог клієнтів і дозволяє вирішувати завдання швидкої перебудови виробництва у випадку змінення попиту.

Системи класу ERP найбільш ефективні при управлінні великими машинобудівними підприємствами з тривалим виробничим циклом. Їх

застосування дозволяє істотно підвищити ефективність використання матеріальних ресурсів виробничих потужностей і площ і тим самим знизити виробничі витрати. Однак при виробництві простих виробів з коротким життєвим циклом істотну частину вартості виробу складають накладні витрати, що не мають прямого відношення до виробничого процесу. Управління цими витратами лежить поза сферою дії ERP-системи.

Концепція ERP найбільш ефективна при управлінні тривалим виробничим процесом у відносно стабільних умовах. Задача перепланування виробництва при переході на випуск нового виду продукції в межах ERP-систем вирішується з певними труднощами.

Складність цієї задачі обумовлено тим, що на підприємствах у різних стадіях виробничого процесу існує велика кількість так званого незавершеного виробництва. Перехід на випуск нового виду продукції супроводжується переналагодженням устаткування, видачею виробничих завдань відповідно до нового технологічного процесу, закупівлю нових видів ресурсів і має відбуватися одночасно й паралельно з закінченням незавершеного виробництва.

В умовах гострої конкуренції виробів з коротким життєвим циклом змінення асортименту відбувається досить часто й не може залишатися неавтоматизованим.

Особливу проблему являє собою управління виробництвом так званих конфігурованих виробів, які комплектуються тими або іншими комплектуючими за бажанням замовника. У цьому випадку однотипні вироби можуть відрізнятися як за складом комплектуючих, так і за технологічним процесом.

Розроблення АСУ підприємством у динамічному конкурентному ринковому середовищі описується стандартом CSRP, який є розвитком і розширенням стандарту ERP. Сутність стандарту CSRP полягає в тому, що при управлінні підприємством необхідно враховувати не тільки основні виробничі витрати ресурсів, але й взагалі всі ресурси щодо всього життєвого циклу продукції від маркетингових досліджень до післяпродажного обслуговування. На відміну від ERP, орієнтованого на внутрішньофірмові виробничі процеси, CSRP пропонує інтеграцію підсистем роботи з клієнтами й підсистемами управління виробництвом.

Структуру CSRP-системи зображено на рис. 9.3.

Крім підсистем і модулів, звичайних для ERP, системи класу CSRP містять ряд підсистем і модулів, які забезпечують взаємодію з клієнтами, що, в свою чергу, обумовлює максимально швидку реакцію виробництва на змінення потреб клієнта.

До особливостей CSRP-систем належать:

1. Конфігураційна структура BOM (дерево структури виробу). Звичайно в MRP- й ERP-системах за допомогою дерева BOM визна-

чається структура виробу. В CSRP-системах використовується конфігураційна структура BOM, що дозволяє клієнтові вибрати деякі опції, при чому треба відслідкувати взаємозв'язки опцій, коли вибір однієї визначає вибір другої й виключає вибір третьої.

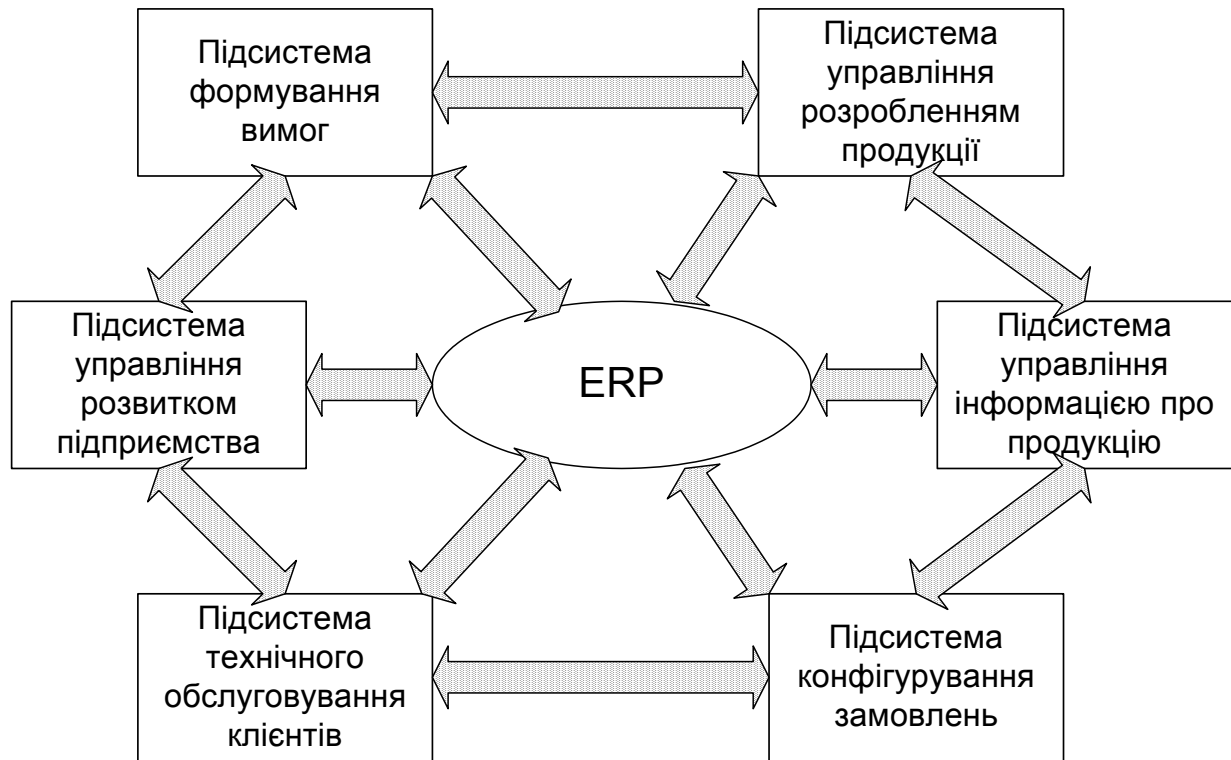


Рис. 9.3

2. Наявність гнучких інструментів ціноутворення, що дозволяють точно розрахувати вартість конфігурованого виробу.

3. Наявність служби підтримки клієнтів, інтегрованих з АСУ підприємством за допомогою WEB-технологій, що забезпечує максимально швидке надходження інформації про потреби клієнта.

4. Інтеграція АСУ виробництвом із системою управління замовленнями, що дозволяє максимально швидко розміщати замовлення, що надходять від клієнта.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

Идрисов А.Б. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций / А.Б. Идрисов, С.В. Картышев, А.В. Постников. – М.: Инф.-изд. дом «Филинь», 1997. – 256 с.

Фатхутдинов Р.А. Производственный менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – М.: Банки и биржи, 1997. – 447 с.

Робсон М. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов / М. Робсон, Ф. Уллах. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 221 с.

Первозванский А.А. Математические методы в управлении производством / А.А. Первозванский. – М.: Наука, 1975. – 615 с.

Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973. – 343 с.

Фатхутдинов Р.А. Организация производства / Р.А. Фатхутдинов. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 669 с.

Букан Дж. Научное управление запасами: пер. с англ. / Дж. Букан, Э. Кенигсберг. – М.: Наука, 1967. – 423 с.

ДРУЖИНІН ЄВГЕН АНАТОЛІЙОВИЧ
ЯШИНА ОЛЕНА СЕРГІЇВНА

**МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ
РЕСУРСАМИ В МАШИНОБУДУВАННІ**

Редактор В.М. Коваль

Комп'ютерна верстка: О.С. Яшина

Зв. план, 2008

Підписано до друку 14.10.2008

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Папір офс. №2. Офс. друк

Ум. друк. арк. 2,6. Обл.-вид. арк. 2,88. Наклад 50 прим.

Замовлення 462. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків–70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр «ХАІ»

61070, Харків–70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu