

УДК 338.45:330.105:519.248

Дубницький В.І.^а, Науменко Н.Ю.^а, Білоброва Ю.О.^б

ГНУЧКА ВИРОБНИЧО-ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА: МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ З ДЕФІЦИТОМ

^а ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна^б Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна

Сучасні умови функціонування підприємств в рамках ринкової економіки, а також в умовах невизначеності та нестійкості зовнішнього середовища вимагають нових, високо ефективних засобів і методів управління його господарською діяльністю. В роботі розглядається частинна задача моделювання роботи гнучкої виробничо-логістичної системи (ГВЛС) з використанням класу моделей, які ґрунтуються на базі управляючих систем масового обслуговування (СМО), що дозволяють отримати достатньо велику кількість характеристик, які використовуються при відшукуванні оптимальних параметрів ГВЛС, – моделювання роботи складу підприємства моделлю системи масового обслуговування з пороговим включенням і обмеженими ресурсами. В роботі відмічено, що важливим недоліком сучасних підходів до організації виробництва є той факт, що всі технологічні системи розглядаються як ідеальні системи, тобто детерміновані. Спостереження за реальними об'єктами, які відносяться до складних систем, демонструє, що вони функціонують в умовах дії великої кількості випадкових факторів, тому передбачення поведінки її може мати сенс тільки в межах ймовірнісних категорій. Наданий граф станів системи з пороговим включенням дозволяє виконати орієнтацію приладу (простіший потік вимог інтенсивності λ). Показано, що матеріальний потік можна класифікувати за ступенем змінності. За цим принципом розрізняють стаціонарні та нестаціонарні потоки, а також ординарні та неординарні потоки. Виділено алгоритм обслуговування. В роботі припускається, що виконання замовлення на виготовлення того чи іншого виду продукції відбувається в порядку надходження. Отримана узагальнена модель утворення запасів, яка зв'язує логістичний ланцюг «підприємство – склад» та становить функціонал витрат. Використання інструментарію виробничої логістики в поєднанні з ідеологією моделювання логістичних моделей складу з визначенням його оптимальних, з точки зору підприємства, параметрів реалізовано, зокрема, в моделі управління складом з дефіцитом. Запропоновано в роботі використовувати клас моделей для моделювання роботи складів підприємства, які засновані на базі керованих систем масового обслуговування, які дозволяють отримувати достатньо велике число характеристик, що використовуються при знаходженні оптимальних параметрів гнучких виробничо-логістичних систем, які в змозі швидко реагувати на кон'юнктуру ринку.

Ключові слова: модель управління складом з дефіцитом, гнучка виробничо-логістична система, системи масового обслуговування, система «підприємство – склад», управління підприємством, граф станів.

DOI: 10.32434/2521-6406-2018-4-2-9-17

Постановка проблеми

Становлення України, як держави з ринковою економікою вимагає від підприємства (крупні компанії) співвідносити свої потреби та

витрати, економити суспільні ресурси. Це, в свою чергу, висуває підвищені вимоги до управління підприємством, змушуючи їх проявляти гнучкість і прилаштовуватись до зовнішніх

факторів, тим самим забезпечуючи їх максимальну ефективність. Потреби в регулярних змінах номенклатури продукції, що випускається, обумовлює необхідність побудови достатньо ефективною системи управління підприємством, розробки нових економіко-математичних моделей і підходів до її реалізації.

При цьому, під організаційно-економічною стійкістю розуміється здатність підприємства зберігати виробничо-фінансову стабільність при постійному застосуванні ринкової кон'юнктури шляхом удосконалення та цілеспрямованого розвитку його виробничо-технологічної та організаційної структури методами логістично-орієнтованого управління.

Згідно з вищевикладеним, достатньо актуальним є перехід від традиційної концепції управління підприємством до нової найбільш прогресивної логістичної концепції управління виробництвом, яка включає:

- відмову від надмірних запасів;
- виключення простою обладнання;
- виключення нераціональних внутрішньо-виробничих перевезень;
- відмову від виготовлення партій деталей, сборки та готової продукції, на які немає замовлень покупців.

Як відмічено в роботах вчених, які становлять вітчизняну наукову школу логістики професора Крикавського Є.В. [1,2], логістика в рамках підприємства пропонує перенести акцент зі створення запасів готової продукції на створення запасів виробничих потужностей, тобто перейти до створення та організації виробництва за типом гнучких виробничо-логістичних систем (ГВЛС), які можуть швидко реагувати на кон'юнктуру ринку. При цьому зниження вартості продукції досягається в результаті логістичної організації виробничого процесу, ув'язки та синхронізації всіх матеріальних потоків.

Важливим недоліком сучасних підходів до організації виробництва є і той факт, що всі технологічні системи розглядаються як ідеальні системи, тобто детерміновані. Спостереження за реальними об'єктами, які відносяться до складних систем, демонструє, що вони функціонують в умовах дії великої кількості випадкових факторів, тому передбачення їх поведінки може мати сенс тільки в межах ймовірнісних категорій.

Отже, до однієї з проблем, яка розглядається в даному дослідженні, відноситься питання, яке постає перед ГВЛС, а саме: побудова логістичних моделей складу, які функціонують в межах системи «підприємство–склад» і визначен-

ня їх оптимальних, з точки зору підприємства, параметрів, наприклад, моделі управління складом з дефіцитом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблеми моделювання гнучких виробничо-логістичних систем існують в сучасних умовах економіки підприємств України та досліджуються в роботах вітчизняних вчених, насамперед Лисенко Ю.Г. [3], Румянцева М.В. [4–7], Петренко В.Л. [3], Ніколайчука В.Є. [8,9], Крикавського Є.В. [1,2], Чухрай Н.І. [1].

Формулювання цілей статті

Метою даного дослідження є підвищення ефективності управління підприємством за рахунок нових процесів, в тому числі використання механізмів, які забезпечують організаційно-економічну стійкість ГВЛС.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відомо, що для синхронізації та стабілізації роботи дискретного та неперервного виробництва необхідне утворення запасів. У зв'язку з цим виникає проблема визначення оптимальної стратегії управління запасами, яка полягає у визначенні оптимального, в деякому розумінні, моменту поставки (запасання) та обсягу продукції, що поставляється. Слід відмітити той факт, що визначення оптимальної стратегії утворення запасів, спочатку і по сьогоднішній день, відбувалось незалежно від основного виробництва, для якого спочатку і утворювались самі запаси. Це означало, що при побудові моделі часто автори абстрагувались від технології основного виробництва, його особливостей. Ця тенденція зберігається і до цього часу. Однак дослідження, здійснені в останні роки, показали, що на даному етапі розвитку економіки склались нові умови виробництва, які вийшли за рамки традиційних методів його організації і які стали гальмувати розвиток промислового виробництва. Для розв'язання проблем, які виникають як на етапі виробництва, так і на етапі реалізації промислової продукції і була застосована логістика, яка в корені перевернула уявлення про виробництво та розподіл. Так, наприклад, задача повного завантаження потужностей замінюється задачею мінімізації строків обігових засобів підприємства. Задача утримання запасів матеріальних ресурсів замінюється задачею забезпечення інформацією про їх придбання та управління вільними логістичними потужностями для їх переробки. Задача зниження собівартості замінюється задачею більш повного задоволення попиту [3].

Матеріальний потік на шляху слідування

від складу матеріальних ресурсів до складу готової продукції протікає в основному виробництві кілька ланок. Управління матеріальними та інформаційними потоками на цьому етапі має специфічні особливості та вивчаються вони виробничою логістикою. Мета виробничої логістики полягає в точній синхронізації процесу виробництва, розрахунку його оптимальних параметрів. Для розв'язання поставленої задачі необхідний розгляд нового класу моделей, які найбільш повно задовольняють вищевказаним особливостям виробництва в ринкових умовах. В даній роботі запропоновано моделювати роботу системи «склад—підприємство» моделлю системи масового обслуговування з обмеженим ресурсом. Це означає, що робота підприємства моделюється наступним чином: на вхід системи (підприємства) поступає випадковий потік замовлень на виготовлення продукції, тривалість якої випадкова. Цей потік визначається величиною попиту на виготовлену продукцію. Припускається, що прилад може обслуговувати тільки скінчене число деталей, тобто він має обмежені можливості, які визначаються розміром складу. Як тільки склад спустошується, приймається рішення щодо поставки нової партії товару розміром m . Проблема полягає в тому, щоб, виходячи із визначеного функціоналу вартості (або функціоналу збитків), визначити мінімальний розмір партії поставки m .

В умовах динамічної конкуренції ефективність роботи підприємства знаходиться в прямій залежності від того, як швидко реагує воно на постійні зміни в зазначених двох сферах: у сфері забезпечення та сфері збуту. У цих умовах успіх підприємства залежить від швидкості його реагування на постійні зміни у зовнішній інфраструктурі. У зв'язку з цим, підприємство повинно мати якісь механізми і моделі управління, які дозволяють здійснювати адаптацію його до мінливих зовнішніх умов. Це означає, що підприємство має перебувати в постійному взаємозв'язку з постачальниками виробничих ресурсів і споживачами готової продукції [8,9].

Сучасні умови функціонування промислового підприємства в умовах невизначеності і нестійкості зовнішнього середовища вимагають нових, високоефективних способів і методів управління його господарською діяльністю.

Відомо, що для синхронізації і стабілізації роботи дискретного і безперервного виробництва необхідно створення запасів. В зв'язку з цим виникає проблема визначення оптимальної стра-

тегії управління запасами, яка полягає у визначенні оптимального, в деякому сенсі, моменту поставки (запасання) і обсягу продукції, що поставляється. Матеріальний потік на шляху проходження від складу готової продукції проходить в основному виробництві низку ланок, що показують матеріали досліджень (Бланшар Д. [10], Бауерсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. [11], а також Ліндерс М.Р., Фірон Х.Е. [12], Рижиков Ю.І. [4]).

Є доцільним розглянути частинну задачу управління складами, тобто моделювання роботи складу підприємства моделлю системи масового обслуговування з пороговим включенням і обмеженим ресурсом. Раніше ці частинні задачі розглянуті в роботах [5–7,13,14].

Припустимо, що на вхід логістичної системи надходить найпростіший потік вимог (заготовок) інтенсивності $\lambda > 0$. Час обробки (обслуговування) кожної деталі будемо вважати випадковим, розподіленим за показовим законом з параметром $\mu > 0$. Прилад обслуговування володіє обмеженим ресурсом і здатний без перерви обслуговувати лише кінцеве число m вимог, після чого він йде на переорієнтацію, тривалість якої має показовий закон розподілу з параметром $\nu > 0$. Орієнтація приладу відбувається у відповідності до схеми (рисунок), тобто передбачається, що прилад починає переналагодження в той момент, коли в системі є k вимог і тільки після її закінчення він здатний до обслуговування нової партії деталей. Мають місце два випадки, коли $k \leq m$ і $k > m$. Обмежимося надалі розглядом першого випадку, а саме, коли $k \leq m$.

Розігріву або орієнтації приладу можна дати іншу інтерпретацію, відповідно до якої розігрів приладу можна розглядати як час доставки товару на склад. Тому можна розглянути наступну модель управління запасами, а саме:

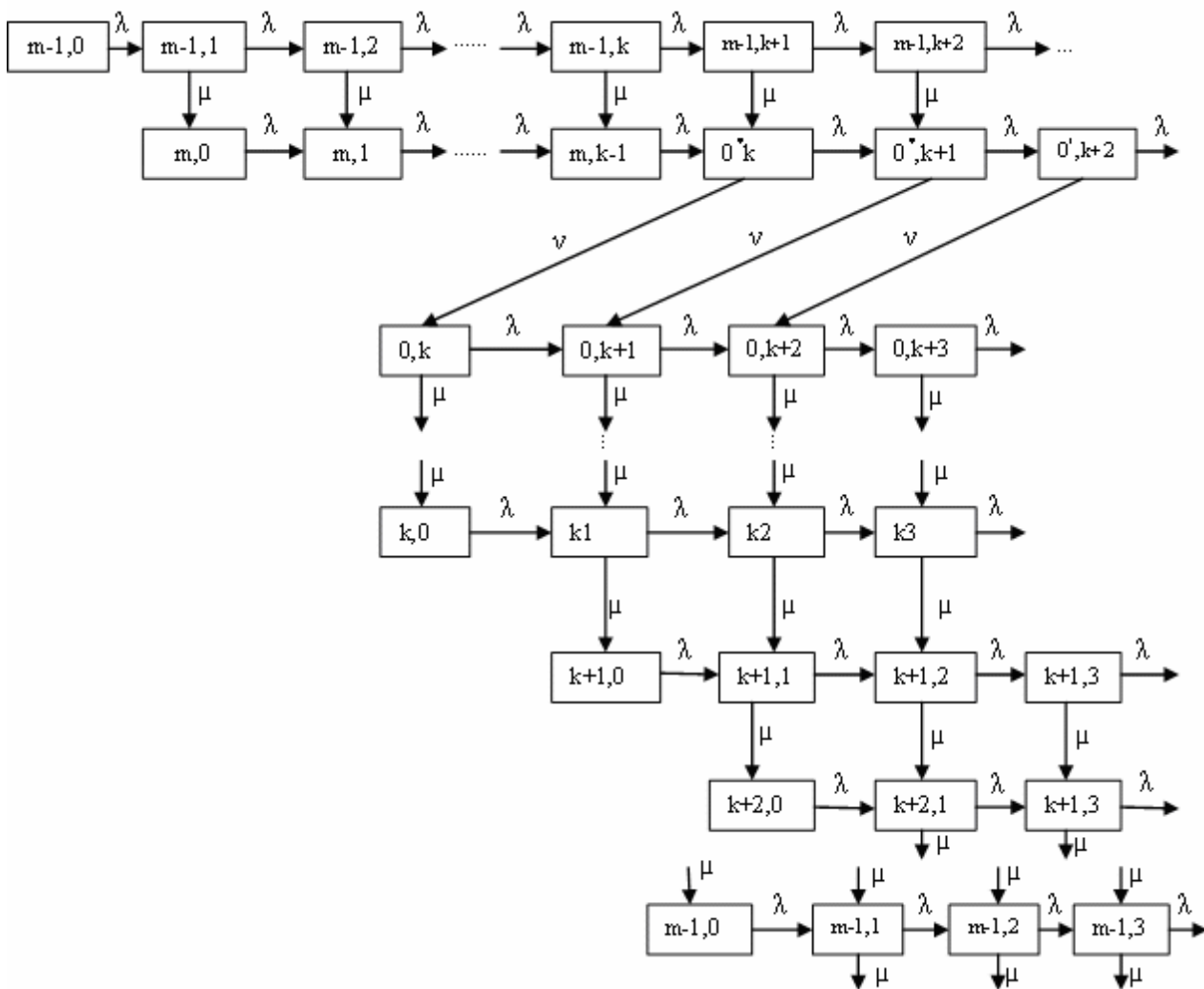
– є однопродуктовий склад, постачання товару (запасних частин, комплектуючих виробів та ін.) на який здійснюється не миттєво, а має випадкову тривалість, функція розподілу якої збігається з часом розігріву зазначеної системи масового обслуговування;

– поставка продукції (товару) починається коли в черзі до приладу, що обробляється, знаходиться k вимог;

– інтенсивність попиту на товар визначається технологічним процесом обробки деталей;

– деталі (продукція, товар) поставляються фіксованим обсягом, розміру m ;

– вартість поставки (замовлення) партії товару постійна і не залежить від обсягу постав-



Граф станів системи з пороговим включенням [5]

ки товару;

– вартість зберігання товару пропорційна середньому обсягу товару, що зберігається на складі, і часу зберігання товару. Тоді функція витрат в описаній системі за час t дорівнює:

$$L(t, m, \lambda, \mu, \nu, \theta) = C_{\text{за}} \cdot P^*(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) + C_{\text{зб}} \cdot q_{\text{зб}}(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) \cdot t_2 + C_{\text{оч}} \cdot q(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) \cdot t, \quad (1)$$

де $C_{\text{за}}$ – вартість поставки однієї партії товару; $P^*(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ – ймовірність того, що прилад розігрівається, або в термінах теорії запасів це ймовірність того, що на підприємстві здійснюється поставка товару, покупних виробів або запасних частин; $C_{\text{зб}}$ – вартість зберігання одиниці продукції в одиницю часу; $q_{\text{зб}}(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ – середній розмір запасу деталей (комплектуючих) або іншого виду сировини, що знаходяться на складі; $C_{\text{оч}}$ – втрати від очікування у черзі однієї

заявки в одиницю часу; $q(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ – середня довжина черги до обслуговуючого приладу.

1. Матеріальні потоки можна класифікувати за ступенем мінливості. За цим принципом розрізняють стаціонарні та нестаціонарні потоки, одинарні та неординарні потоки.

Потік називають стаціонарним, якщо ймовірні характеристики процесу $\xi(t)$ не залежать від моменту початку звіту часу, тобто якщо позначити через $\xi(t_0, t)$ – число деталей, що надійшли за час t в інтервалі (t_0, t_0+t) , а $\xi(t_1, t)$ число деталей, що надійшли в інтервалі часу (t_1, t_1+t) , то розподіл випадкових величин $\xi(t_0, t)$ і $\xi(t_1, t)$ збігаються за умови, що інтервали часу (t_0, t_0+t) і (t_1, t_1+t) не перетинаються.

Матеріальний потік називають одинарним, якщо в будь-який досить малий проміжок часу не може надійти більше однієї деталі (або партії деталей) в прийнятому вимірі.

На практиці часто передбачається відсутність наслідків в матеріальному потоці. Це означає, що надходження вимог в проміжку (t_0, t_1) ніяк не впливає на їх надходження в проміжку (t_2, t_3) , де $(t_1 < t_2)$.

2. Прилади обслуговування. Обслуговуючі прилади в системі масового обслуговування ідентифікуються зі склянками, конвейєрними лініями або іншим видом обладнання, необхідним для виконання виробничого циклу. З організаційно-функціональної точки зору під приладом обслуговування можна розуміти цех або всі підприємства в цілому. Обслуговуючі прилади надалі будемо називати просто обладнання або прилад. Дисципліна обслуговування визначає порядок, правило або алгоритм обслуговування (обробки) вимог або замовлень. Правило і час обслуговування заявок в основному визначаються виробничо-технологічним циклом обробки того чи іншого виду продукції. Можна вважати, що в загальному випадку час обслуговування заявок є величиною випадковою, закон розподілу якої для кожного конкретного виду продукції може бути визначений.

Надалі будемо припускати, що число приладів обслуговування (або верстатів) дорівнює n ($n \geq 1$) і всі вони ідентичні. Передбачається, що є додатково n_1 приладів обслуговування, які можуть бути використані в разі потреби і які утворюють резерв, який як правило, знаходиться в холодному стані. Для переходу приладів в робочий стан необхідно деякий, в загальному випадку, випадковий час при цьому підприємство змушене нести певні додаткові витрати. Для забезпечення роботи підприємства по виконанню отриманого замовлення необхідно мати ресурси, як трудові, так і матеріальні. Питання постачання цих двох видів ресурсів можна моделювати як «розігрів», підготовку або затримку системи, що складається з $n+n_1$ приладів. Будемо вважати, що наявний матеріальний ресурс здатний забезпечити виконання не всього наявного замовлення, а тільки його частини, наприклад m заявок (m – величина випадкова чи ні), після чого необхідно знову вирішувати питання про постачання підприємства матеріальними ресурсами.

3. Алгоритм обслуговування. Будемо вважати, що виконання замовлення на виготовлення того чи іншого виду продукції відбувається в порядку надходження. Однак можливі випадки, коли деякі заявки можуть утворювати пріори-

тетні черги. Алгоритм виконання замовлення відбувається наступним чином: якщо будь-який прилад закінчив виконання замовлення, то він може або приступити до виконання нового замовлення, або перейти в резерв, причому при цьому підприємство несе деякі збитки, пов'язані з відключенням приладів. Навпаки, якщо прилад знаходився в резерві, то в момент приходу нового замовлення вирішується питання про те, чи повинен він включитися в обслуговування нової партії заявок або залишитися в резерві. Якщо на підприємстві відсутні замовлення, то прилади вимикаються і витрачається черговий ресурс на відключення і включення їх знову в робочий стан.

Як вже говорилося раніше, розігріву або орієнтації приладу можна дати іншу інтерпретацію, відповідно до якої розігрів приладу можна розглядати як час доставки товару на склад.

Нехай, як зазвичай, $P^*(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ – ймовірність того, що прилад розігрівається; $P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ – ймовірність того, що прилад зайнятий обслуговуванням вимог. Очевидно, що в цей час на складі є позитивний запас товару.

Розглянемо випадок: сумарні витрати зберігання запасів за час t складаються з витрат на поставку товару, на зберігання і витрати, пов'язані з очікуванням початку обслуговування (або витрати, пов'язані з дефіцитом) і які мають вигляд (1).

Розділивши формулу (1) на t і спрямувавши його до нескінченності, отримуємо вираз для функціонала середньої вартості витрат в одиницю часу:

$$L(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) = C_{\text{зак}} \cdot P^*(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) + C_{\text{зб}} \cdot q_{\text{зб}}(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) \cdot P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) + C_{\text{оч}} \cdot q(m, \lambda, \mu, \nu, \theta), \quad (2)$$

Отже, у подальшому дана задача полягає в знаходженні значення m , при якому вираз (2) приймає мінімальне значення, при заданих характеристиках m, λ, μ, ν і θ .

$$L(m, \lambda, \mu, \nu) = C_{\text{зак}} \cdot P^*(m, k, \lambda, \mu, \nu) + C_{\text{зб}} \cdot q_{\text{зб}}(m, \lambda, \mu, \nu) \cdot P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu) + C_{\text{оч}} \cdot q(m, \lambda, \mu, \nu), \quad (3)$$

де $P^*(m, k, \lambda, \mu, \nu) = \rho / (m \cdot \delta)$; $P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu) = \rho$;

$$q(k, m, \lambda, \mu, \nu) = Q'(1) = \frac{m\delta}{2\rho(\delta m(\rho - 1) + \rho)^2} \times$$

$$\times \left\{ \left[2\delta m(1 - \rho - \rho^2) + \rho(m(\rho - 1) - \rho - 3) \right] D'(1) + \right.$$

$$\left. + 2(\delta m(\rho - 1) + \rho) D'(1) \right\} +$$

$$+ \rho \pi_0 \frac{2\delta^2 m^2 \rho - \delta m((1 - \rho)(m - 2k - \rho - 1) - 2\rho(k - m))}{2(\delta m(1 - \rho) - \rho)^2};$$

$$\pi_0 = 1 - \rho - \frac{\rho}{m\delta} - (k + 1)P_{m, k-1} - \frac{1}{\rho} a'_{m-1}(1);$$

$$a'_{m-1}(1) = \sum_{i=1}^k iP_{m-1, i}.$$

У формулі (2) невідома тільки одна характеристика, а саме $q_{36}(m, \lambda, \mu, \nu)$, обчислення якої здійснюється аналогічно тому, як це було вже було виконано в попередніх пунктах, а саме:

– величина $A_0(1) + P_{10}$ визначає ймовірність того, що після закінчення розігріву (закінчення поставки), прилад обслуговує або обслужив першу вимогу. Це означає, що в цей час на складі знаходяться $(m - 1)$ виріб (деталь та ін.);

– величина $A_0(1) + P_{20}$ визначає ймовірність того, що прилад обслуговування зайнятий обробкою другої деталі або її вже закінчив. Це означає, що на складі знаходиться $(m - 2)$ виробу, та ін.;

– імовірність $A_{m-1}(1) + A^*(1) + A_m(1)$ означає, що на складі немає виробів.

Враховуючи:

$$A_0^*(1) = \frac{\rho}{m\delta}; \quad A_0(1) = A_1(1) = \dots = A_{m-1}(1) = \frac{\rho}{m};$$

$$A_m(1) = \frac{\rho}{m\beta},$$

знаходимо, що випадкова величина m , яка дорівнює числу виробів (деталей), що знаходяться на складі, має наступний закон розподілу (таблиця).

Тоді:

Закон розподілу випадкової величини m

m	0	1	2	...	$m-2$	$m-1$
P	$\frac{\rho}{m} + \frac{\rho}{m\delta} + \frac{\rho}{m\beta}$	$\frac{\rho}{m} + P_{m-1,0}$	$\frac{\rho}{m} + P_{m-2,0}$...	$\frac{\rho}{m} + P_{20}$	$\frac{\rho}{m} + P_{10}$

$$M\eta = q_{36}(m, \lambda, \mu, \nu) = \frac{\rho}{m}(1 + 2 + \dots + (m - 1)) +$$

$$+ \sum_{i=1}^{m-1} iP_{m-i,0} = \frac{(m-1)\rho}{2} + \sum_{i=1}^{m-1} iP_{m-i,0}. \quad (4)$$

Отже, всі числові вирази, що входять в формулу (2), знайдені, а це значить, що можна вирішити, використовуючи чисельні методи, завдання визначення оптимальних параметрів створення запасів.

Так само як і раніше, додаючи в формулу (2) складову, що характеризує витрати, пов'язані з підтриманням устаткування в робочому стані, отримуємо узагальнену модель створення запасів, що зв'язує логістичний ланцюжок «підприємство – склад». В цьому випадку функціонал витрат має вигляд:

$$L(m, \lambda, \mu, \nu) = C_{\text{зак}} \cdot P^*(m, \lambda, \mu, \nu) +$$

$$+ C_{36} \cdot q_{36}(m, \lambda, \mu, \nu) \cdot P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu) +$$

$$+ C_{\text{оч}} \cdot q(m, \lambda, \mu, \nu) + C_1 \cdot P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu) +$$

$$+ C_2 \cdot P_0(m, \lambda, \mu, \nu), \quad (6)$$

де C_1 – витрати, пов'язані з підтримкою обладнання у працездатному стані; C_2 – витрати, пов'язані з підтримкою обладнання у стані «вільний – розігрітий»; $P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu)$ – ймовірність того, що прилад зайнятий обслуговуванням.

Висновки

Розглянута модель дозволяє скоротити рівень промислових запасів та забезпечити на певному рівні виробничо-економічну стійкість компонента логістичної системи – моделі управління складом з дефіцитом при наявності і інших логістичних моделей управління складами підприємства з випадковим часом поставок та управління запасами підприємства з випередженням поставки (в контексті частинних ситуаційних задач).

Є необхідність в подальших дослідженнях в межах моделювання ГВЛС, виходячи з функціонального ділення операцій в логістичній системі (наприклад, в другій фазі функціональної логістичної підсистеми – рух сировини, матері-

алів, запасних частин зі складу підприємства на основне виробництво, тобто другого виду логістичних процесів – логістики складського господарства).

Для моделювання роботи складів підприємства запропоновано використовувати клас моделей, заснованих на базі керованих систем масового обслуговування, які дозволяють отримувати достатньо велике число характеристик, що використовуються при знаходженні оптимальних параметрів гнучких виробничо-логістичних систем (ГВЛС), які в змозі швидко реагувати на кон'юнктуру ринку.

Зокрема пропонується частинна модель управління складом з дефіцитом дозволить скоротити рівень промислових запасів, мінімізувати час виробничого циклу і дотримати терміни поставок. Мета виробничої логістики полягає в точній синхронізації процесу виробництва, розрахунку його оптимальних параметрів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Крикавський Є.В., Чухрай Н.І., Чернокопитська Н.В. Логістика: компендіум і практикум: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2009. – 338 с.
2. Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії: Підручник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2006. – 456 с.
3. Лысенко Ю.Г., Петренко В.Л., Румянцев Н.В. Концепция логистического управления производственно – экономическими системами на основе теории массового обслуживания // Вісник ДонНУ. – Серія «Економіка і право». – Донецьк: 2000. – № 2. – С.173-178.
4. Рыжиков Ю.И. Логистика, очереди и управление запасами. – Санкт-Петербург: ГУАП, СПИИРАН, 2011. – 477 с.
5. Румянцев Н.В. Гибкие логистические системы с переналадкой в начале периода занятости и потерей требований // Науковий журнал «Бізнес Інформ», № 4, 2012. – Харків: ФОП Александрова К.М.; ВД «ИНЖЕК», 2012. – С.25-27.
6. Румянцев Н.В. Гибкие логистические системы с переналадкой в конце периода занятости и потерей требований // Науковий журнал «Бізнес Інформ». – 2012. – № 5. – С.51-54.
7. Румянцев Н.В. Моделирование гибких производственных систем с переналадкой в промежутке между двумя производственными циклами // Міжнародний науковий журнал «Економічна кібернетика». – 2013. – № 1-3(789-81). – С.82-84.
8. Николайчук В.Е. Теория и практика управления материальными потоками (логистическая концепция): монография. – Донецьк: ДонНУ, «КИТИС», 1999. – 413 с.
9. Николайчук В.Е. Логистический менеджмент: Учебник. – М.: Дашков и К, 2017. – 980 с.
10. David Blanchard. Supply Chain Management: Best Practices. – Hoboken: Wiley, 2010. – 302 p.
11. Donald J. Bowersox, David J. Closs. Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process. – New York: McGraw-Hill, 1996. – 730 p.
12. Purchasing and supply management / Michiel R. Leenders, Harold E. Fearon, Anna Flynn, P. Fraser Johnson. – New York: McGraw-Hill Education, 2001. – 743 p.
13. Організаційно-економічний механізм збалансованого розвитку регіонів. Фінансово-економічна безпека: колективна монографія / за заг. ред. проф. В.І. Дубницького; УДХТУ. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2017. – 506 с.
14. Дубницький В. І., Науменко Н.Ю., Білоброва Ю.О. Гнучка виробничо-логістична система: модель управління складом з дефіцитом // Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2018): матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. – Дніпро: Балланс-клуб, – 2018. – С.346-348.

Надійшла до редакції 26.10.2018

ГИБКАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА: МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ С ДЕФИЦИТОМ

Дубницький В.И., Науменко Н.Ю., Белоброва Ю.О.

Современные условия функционирования предприятий в рамках рыночной экономики, а также в условиях неопределенности и неустойчивости внешней среды требуют новых, высокоэффективных средств и методов управления его хозяйственной деятельностью. В работе рассматривается частная задача моделирования работы гибкой производственно-логистической системы (ГПЛС) с использованием класса моделей, основанные на базе управляющих систем массового обслуживания (СМО), которые позволяют получить достаточно большое количество характеристик, которые используются при отыскании оптимальных параметров ГПЛС – моделирование работы склада предприятия моделью системы массового обслуживания с пороговым включением и ограниченными ресурсами. В работе отмечено, что важным недостатком современных подходов к организации производства является тот факт, что все технологические системы рассматриваются как идеальные системы, то есть детерминированы. Наблюдение за реальными объектами, которые относятся к сложным системам, показывает, что они функционируют в условиях действия большого количества случайных факторов, поэтому предсказания поведения ее может иметь смысл только в пределах вероятностных категорий. Представленный граф состояний системы с пороговым включением позволяет выполнить ориентацию прибора (простейший поток требований интенсивности λ). Показано, что материальный поток можно классифицировать по степени сменности. По этому принципу различают стационарные и нестационарные потоки, а также ординарные и неординарные потоки. Выделен алгоритм обслуживания. В работе предполагается, что выполнение заказа на изготовление того или иного вида продукции происходит в порядке поступления. Полученная обобщенная модель образования запасов, связывающей логистическую цепь «предприятие – склад» и представляет функционал расходов. Использование инструментария производственной логистики в сочетании с идеологией моделирования логистических моделей склада с определением его оптимальных, с точки зрения предприятия, параметров реализовано, в частности, в модели управления складом с дефицитом. Предложено в работе использовать класс моделей для моделирования работы складов предприятия, основанные на базе управляемых систем массового обслуживания, которые позволяют получить достаточно большое число характеристик, используемых при нахождении оптимальных параметров гибких производственно-логистических систем, которые в состоянии быстро реагировать на конъюнктуру рынка.

Ключевые слова: модель управления складом с дефицитом, гибкая производственно-логистическая система, системы массового обслуживания, система «предприятие – склад», управление предприятием, граф состояний.

FLEXIBLE PRODUCTION AND LOGISTICS SYSTEM: A MODEL OF WAREHOUSE MANAGEMENT WITH A DEFICIT

Dubnitsky V.I.^a, Naumenko N.Yu.^a, Bilobrova Y.O.^b

^a Ukrainian State University of Chemical Engineering, Dnipro, Ukraine

^b University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine

Modern conditions of functioning of enterprises within the framework of a market economy, as well as in the conditions of uncertainty and instability of the external environment, require new, highly effective means and methods of managing their economic activity. In this paper, the partial problem of modeling the work of a flexible production-logistic system (FPLS) with the use of a class of models based on the basis of mass management systems (MMS) is considered, which allows one to obtain a sufficiently large number of characteristics that are used in finding the optimal parameters of FPLS, is considered. This problem is modeling of work of the enterprise warehouse using model of mass service system with threshold inclusion and limited resources. The paper noted that an important disadvantage of modern approaches to the organization of production is the fact that all technological systems are regarded as ideal systems, that is, they are deterministic. Observation of real objects that we associate with complex systems demonstrates that they function in conditions of a large number of random factors, so predicting its behavior can only be meaningful within the probabilistic categories. The represented graph of states of the system with threshold inclusion allows one to perform the orientation of the device (a steady stream of intensity requirements λ). It is shown that the material flow can be classified according to the degree of variability. This principle distinguishes between stationary and non-stationary flows, as well as ordinary and extraordinary streams. The service algorithm is allocated. In this work, it is assumed that the execution of the order for the manufacture of one or another type of products is in the order of receipt. A generalized model of formation of stocks is obtained, which links the «enterprise – warehouse» logistics chain and represents a functional cost. It is confirmed that the use of tools of industrial logistics combined with the ideology of modeling of logistic models of the warehouse with the definition of its optimal, in terms of enterprise, parameters, in particular, the model of warehouse management with a deficit. It is suggested to use a class of models for modeling the work of warehouses of the enterprise, which are based on the basis of managed mass service systems and allow one to obtain a sufficiently large number of characteristics used in finding optimal parameters of flexible production and logistic systems (FPLG), which are able to react quickly to market conditions.

Keywords: model of warehouse management with a deficit, flexible production-logistic system, mass service systems, enterprise – warehouse system, enterprise management, state graph.

REFERENCES

1. Krikavs'kij E.V., Chuhraj N.I., Chornokopits'ka N.V. *Logistika: kompendium i praktikum: Navchal'nij posibnik* [Logistic: compendium and practical work: train aid]. Kiev: Kondor, 2009, 338 p. (in Ukrainian).
2. Krikavs'kij E.V. *Logistika. Osnovi teorii: Pidruchnik* [Logistic. Bases of theory: Textbook]. L'viv: Nacional'nij universitet, «L'vivs'ka politehnika», 2006, 456 p. (in Ukrainian).
3. Lysenko Yu.G., Petrenko V.L., Rumyanec N.V. *Konceptiya logisticheskogo upravleniya proizvodstvenno – ekonomicheskimi sistemami na osnove teorii massovogo obsluzhivaniya* [Conception of logistic management by the industrial and economic systems on the basis of theory of mass service] // *Visnik DonNU – Seriya «EHkonomika i pravo»* [Announcer DonNU – Series «Economy and right»]. Doneck, 2000, no 2, pp.173-178. (in Russian).
4. Nikolajchuk V.E. *Teoriya i praktika upravleniya material'nymi potokami (logisticheskaya koncepciya): monografiya* [Theory and practice of management by material streams (logistic conception) : monograph]. Doneck: DonNU, «KITIS», 1999, 413 p. (in Russian).
5. Nikolajchuk V.E. *Logisticheskij menedzhment*. [Logistic management] Uchebnik. Moskva: Dashkov i K, 2017, 980 p.
6. David Blanchard. *Supply Chain Management: Best Practices*. New York: Wiley, 2010, 302 p.
7. Donald J. Bowersox , David J. Closs. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. New York: McGraw-Hill, 1996, 730 p.
8. Michiel R. Leenders, Harold E. Fearon, Anna Flynn, P. Fraser Johnson *Purchasing and supply management*. New York: McGraw-Hill Education, 2001, 743 p.
9. Ryzhikov Yu.N. *Logistika, ocheredi i upravlenie zapasami*. [Logistic, turns and management by supplies]. Sankt-Peterburg:GUAP, SPIIRAN, 2011, 477 p. (in Russian).
10. Rumyanec N.V. *Gibkie logisticheskie sistemy s perenaladkoj v nachale perioda zanyatosti i poterej trebovanij* [Flexible logistic systems with a readjust at the beginning of period of employment and loss of requirements] // *Naukovij zhurnal «Biznes Inform»* [Scientific magazine «Business of Inform»]. Harkiv: FOP Aleksandrova K.M.; VD «INZHEK», 2012, no 4, pp.25-27. (in Russian).
11. Rumyanec N.V. *Gibkie logisticheskie sistemy s perenaladkoj v konce perioda zanyatosti i poterej trebovanij* [Flexible logistic systems with a readjust at the end of period of employment and loss of requirements] // *Naukovij zhurnal «Biznes Inform»* [Scientific magazine «Business of Inform»]. Harkiv: FOP Aleksandrova K.M.; VD «INZHEK», 2012, no 5, pp.51-54. (in Russian).
12. Rumyanec N.V. *Modelirovanie gibkih proizvodstvennyh sistem s perenaladkoj v promezhutke mezhdvumy proizvodstvennyimi ciklami* [Design of the flexible productive systems with a readjust in an interval between two productive cycles] // *Mizhnarodnij naukovij zhurnal «Ekonomichna kibernetika»* [An international scientific magazine is Economic cybernetics]. Donec'k: DonNU, 2013, no 1-3(789-81), pp.82-84. (in Russian).
13. *Organizacijno-ekonomichnij mekhanizm zbalansovanogo rozvitu regioniv. Finansovo-ekonomichna bezpeka: kolektivna monografiya / za zag. red. prof. V.I. Dubnic'kogo* [Organizational-economic mechanism of the balanced development of regions. Financial-economical safety: collective monograph / after the general release of professor V.I. Dubnitsky]. UDHTU. Dnipro: DVNZ UDHTU, 2017, 506 p. (in Ukrainian).
14. Dubnic'kij V.I., Naumenko N.Yu., Bilobrova Yu.O. *Gnuchka virobnicho-logistichna sistema: model' upravlinnya skladom z deficitom*. [Flexible production and logistics system: a model of warehouse management with a deficit]. *Komp'yuterne modelyuvannya ta optimizaciya skladnih sistem (KMOSS-2018): materialy IV Mizhnarodnoi naukovu-tehnicnoi konferencii (m. Dnipro, 1-2 listopada 2018 roku)* [Computer modeling and optimization of complex systems (CMOCS-2018): materials of IV of the International scientific and technical conference (Dnepr, on November, 1-2, 2018)] / Ministerstvo osviti i nauki Ukraïni, Derzhavnij vishchij navchal'nij zaklad «Ukraïns'kij derzhavnij himiko-tehnologichnij universitet». Dnipro: Balans-klub, 2018, pp.346-348. (in Ukrainian).