Виробничий досвід

УДК 658.784

ФОРМУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДУВАННЯ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА ЯК БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

В.В. Артем'єв, М.Ю.Петрина

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 49358, e-mail: public@ifdtung.if.ua

В статье рассматриваются вопросы формирования и оптимизации параметров складирования готовой продукции в рамках маркетинговой деятельности предприятий как многоканальной системы массового обслуживания.

Разработаны аналитические зависимости функционирования системы, а также методика оптимизации количества рабочих „каналов" в бригаде по разгрузке на складе готовой продукции.

Представлены результаты эксперимента, проведенного в условиях функционирования транспортно-складской системы Ивано-Франковского ОАО „Промприбор".

At this article it is analyzed the questions of forming and increasing indexes of ready-made production storage in the context of enterprise marketing activity as an multi-channel system of mass service.

It was worked out the analytical formulations of the system functioning and the method of workers (channels) quantity optimization of the ready-made production unloading team.

It was represented the experiment results made in conditions of Ivano-Frankivsk joint stock company "Promprilad" transport-storage system functioning.

Одним із напрямків маркетингового забезпечення в діяльності промислових підприємств слід вважати дослідження в реальних умовах їх функціонування параметрів матеріалопотоків у процесі виробництва та реалізації продукції.

Збутова діяльність як важлива компонента займає центральне місце в одній із класичних концепцій маркетингу – концепції „інтенсифікації комерційних зусиль". Можна стверджувати, що раціональна організація товароруху у складуванні готової продукції спрямована на забезпечення мінімальних витрат, які охоплюють даний процес.

Отже, при розробках плану маркетингу в межах названої концепції виникає необхідність єдиного методичного підходу, по-перше, до формування параметрів у процесі складування готової продукції, по-друге, до їх оптимізації з метою досягнення мінімальних витрат у механізмі складського товарообігу.

Представимо першу частину даної розробки – методику формування параметрів управління у процесі складування готової продукції.

Функціонування складу готової продукції промислового підприємства можна розглядати та аналізувати як систему масового обслуговування. Головними передумовами аналізу слід вважати:

1. Наявність вхідного потоку, тобто потоку поступаючих вимог на обслуговування;
2. Наявність дисципліни черги;
3. Наявність певного механізму обслуговування.

Вхідний потік – потік транспортних засобів (автомобілів, електрокар тощо), які прибувають на склад готової продукції із основного виробництва та потребують певного обслуговування – розвантаження. Рисунок 1 ілюструє прибуття потоку транспортних засобів на склад готової продукції.

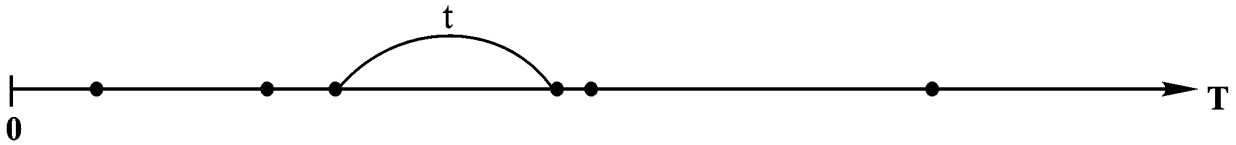

Рисунок 1 – Прибуття потоку транспортних засобів на склад готової продукції підприємства

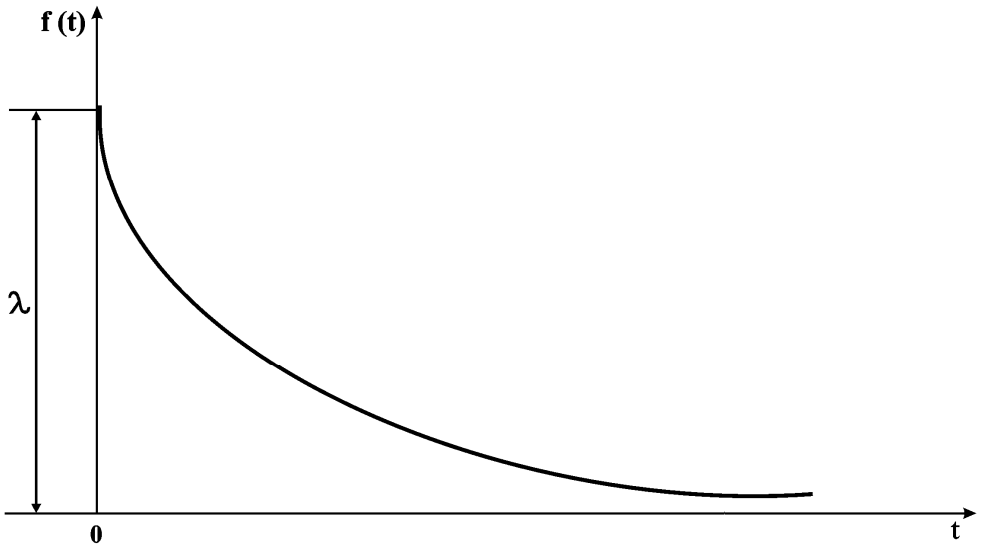

Рисунок 2 – Показовий закон розподілу тривалості часу між двома послідовними поступленнями транспортних засобів на склад готової продукції

Важливими параметрами вхідного потоку слід вважати:

а) тривалість часу між послідовними поступленнями транспортних засобів на склад готової продукції. Даний параметр – випадкова величина з показовим законом розподілу

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \; t \geq 0 \; ; \qquad (1)$$

з математичним очікуванням

$$m_t = \frac{1}{\lambda} \; ; \qquad (2)$$

дисперсією

$$D_t = \frac{1}{\lambda^2} \qquad (3)$$

та середнім квадратичним відхиленням

$$\sigma_t = \frac{1}{\lambda} . \qquad (4)$$

На рисунку 2 зображено показовий закон розподілу випадкової величини тривалості часу між двома суміжними поступленнями транспортних засобів на склад готової продукції.

б) густина потоку λ – середня кількість транспортних засобів на одиницю часу.

Дисципліна черги – характеристика, що дає змогу сформувати порядок обслуговування транспортних засобів, які прибувають на склад готової продукції. Найбільш розповсюдженою дисципліною черги в системі масового обслуговування слід вважати: „першим прийшов – першим обслуговується". Такий порядок з математичної точки зору є найбільш простим і, крім того, він має відношення саме до таких ситуацій, коли вимоги при очікуванні обслуговування „стають у ряд".

Механізм обслуговування аналогічно вхідному потоку характеризується тривалістю процедур обслуговування (розвантаження) та кількість вимог, які обслуговуються в результаті такої процедури. Процедура обслуговування вважається завершеною, коли транспортний засіб залишає систему. Тривалість часу, необхідного для реалізації процедури обслуговування, залежить від стану самої обслуговуючої системи.

Як і тривалість інтервалу між поступленнями транспортних засобів, час обслуговування задається за допомогою деякого закону розподілу. У практичних ситуаціях особливий інтерес викликає випадок, коли величина часу обслуговування $t_{обсл}$ має показовий закон розподілу

$$f(t_{обсл}) = \mu e^{-\mu t}, \; t > 0 \; , \qquad (5)$$

де μ – величина, зворотна середньому часу обслуговування (розвантаження) одного транспортного засобу.

Механізм обслуговування характеризується, крім того, кількістю та розташуванням каналів обслуговування – кількість робітників у бригаді.

На рисунку 3 зображено схему розвантаження вантажу на складі готової продукції певного промислового підприємства як багатоканальної системи масового обслуговування.

Головними характеристиками представленої системи розвантаження та складування готової продукції слід вважати:

1. Ймовірність повного завантаження всіх каналів обслуговування – робітників у бригаді

$$P\left[\begin{array}{l}\text{повного завантаження} \\ \text{всіх робітників у бригаді}\end{array}\right] = \frac{P\left(x = \frac{s}{c}\right)}{P\left(x = \frac{s}{c}\right) + \left(1 - \frac{c}{s}\right) P\left(x < \frac{s}{c}\right)} , \qquad (6)$$

де: s – кількість робітників у бригаді – каналів обслуговування;

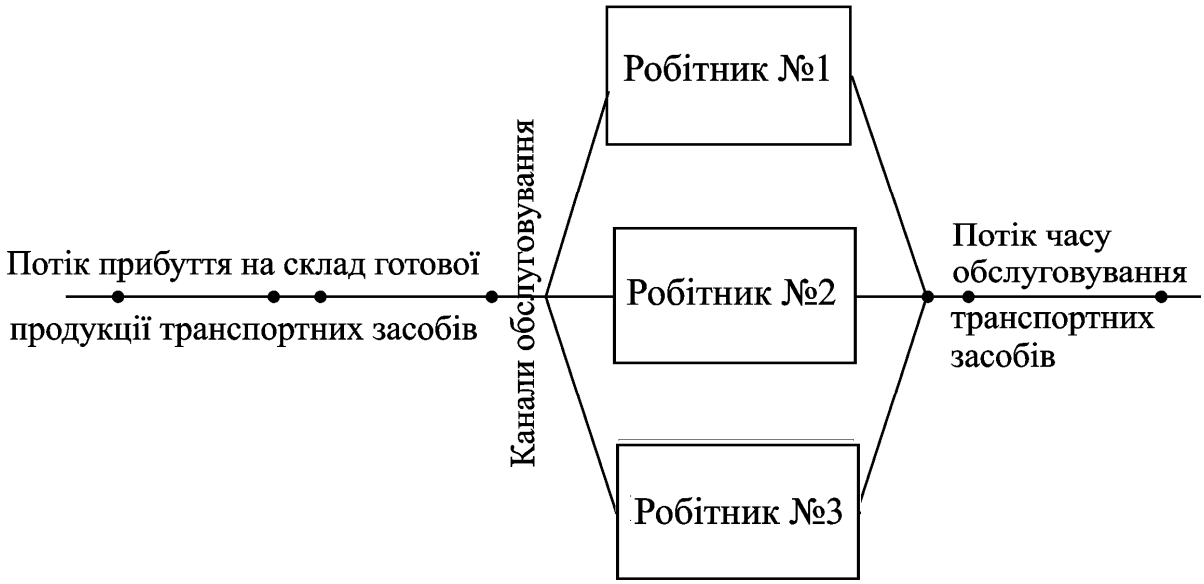

Рисунок 3 – Схема розвантаження (виконання складських операцій) транспортних засобів на складі готової продукції

$c = \frac{л}{м}$ – трафік-інтенсивність.

2. Середня тривалість перебування транспортного засобу в системі масового обслуговування

$$\mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{тривалість перебування}\\ \text{транспортного засобу в}\\ \text{системі масового обслуговування}\end{array}\right] = \frac{\mathrm{P}\left[\begin{array}{c}\text{повного завантаження всіх}\\ \text{робітників у бригаді}\end{array}\right]}{\text{м}\cdot\text{s}-\text{л}} + \frac{1}{\text{л}}. \quad (7)$$

3. Середня тривалість очікування одного транспортного засобу в черзі

$$\mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{тривалість очікування в черзі}\\ \text{одного транспортного засобу}\end{array}\right] = \frac{\mathrm{P}\left[\begin{array}{c}\text{повного завантаження всіх}\\ \text{робітників у бригаді}\end{array}\right]}{\text{м}\cdot\text{s}-\text{л}}. \quad (8)$$

4. Середня тривалість процедури обслуговування (розвантаження)

$$\mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{тривалість процедури}\\ \text{розвантаження}\end{array}\right] = \frac{1}{\text{м}}. \quad (9)$$

5. Середня кількість транспортних засобів у системі обслуговування

$$\mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{кількість транспортних засобів}\\ \text{у системі обслуговування}\end{array}\right] = \mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{довжина}\\ \text{черги}\end{array}\right] + \mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{кількість обслугованих}\\ \text{транспортних засобів}\end{array}\right]. \quad (10)$$

У свою чергу

$$\mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{довжина}\\ \text{черги}\end{array}\right] = \mathrm{P}\left[\begin{array}{c}\text{повне завантаження}\\ \text{всіх робітників у бригаді}\end{array}\right]\cdot\frac{\text{c}}{\text{s}-\text{c}}; \quad (11)$$

$$\mathrm{E}\left[\begin{array}{c}\text{кількість обслугованих}\\ \text{транспортних засобів}\end{array}\right] = \text{c}. \quad (12)$$

Аналіз наведених залежностей дає можливість представити другу частину даної розробки – методику оптимізації параметрів у процесі складування готової продукції.

На рисунку 4 зображено графік формування витрат при функціонуванні складу готової продукції як складової частини багатоканальної системи масового обслуговування.

Графік свідчить, що при збільшенні кількості робітників у бригаді зменшуються збитки від простою водіїв транспортних засобів за рахунок зменшення середнього часу простою одного транспортного засобу та зменшення їх середньої кількості в системі. Одночасно зростає сума заробітної плати на утримання кількості робітників у бригаді. Існує деяка кількість – оптимальна кількість – робітників у бригаді,

при якій сумарні витрати заробітної плати робітників у бригаді та збитків від простою водіїв транспортних засобів при їх знаходженні в системі будуть мінімальними.

Виходячи з поданого аналізу витрат та параметрів функціонування складу готової продукції як складової частини системи масового обслуговування, представимо структурний вигляд цільової функції для знаходження оптимальної кількості робітників у бригаді з розвантаження транспортних засобів.

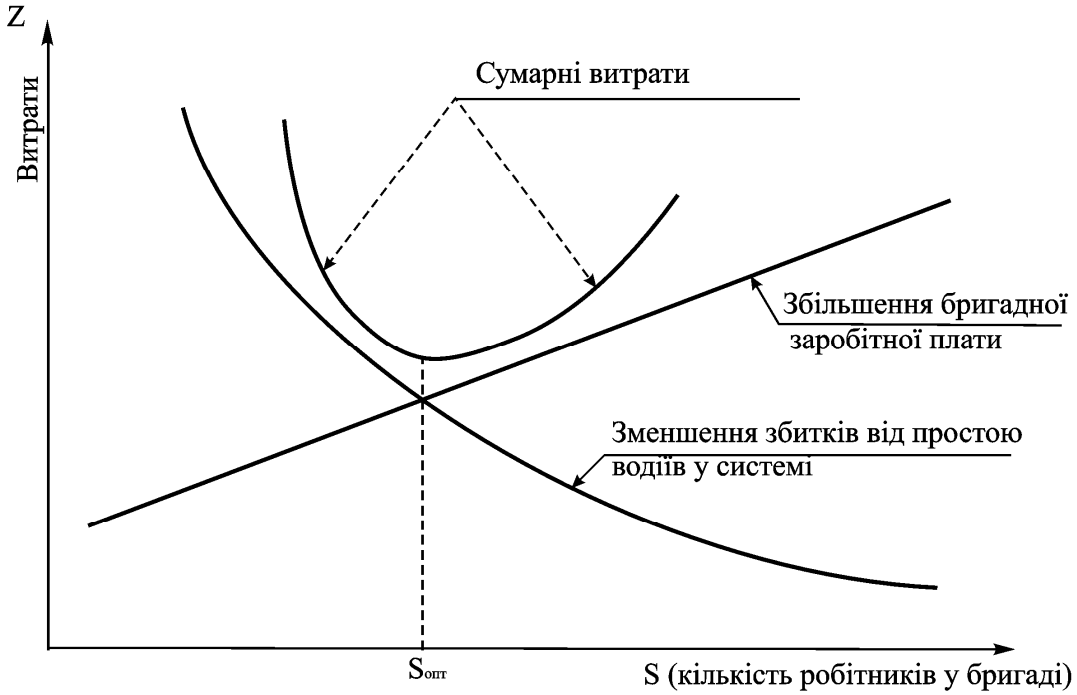

Рисунок 4 – Залежність витрат при функціонуванні складу готової продукції як системи масового обслуговування від кількості робітників у бригаді S

$$Z = З' \cdot S + З'' \, E\left[\begin{array}{c}\text{тривалість перебування}\\ \text{транспортного засобу}\\ \text{(водія) в системі}\end{array}\right] \times$$

$$\times E\left[\begin{array}{c}\text{середня кількість}\\ \text{транспортних засобів}\\ \text{(водіїв) з системи}\end{array}\right] \to \min, \quad (13)$$

де: З′ – денна тарифна ставка одного робітника;

S – кількість робітників у бригаді;

З′′ – вартість хвилини простою водія в системі.

При розрахунках цільової функції стає можливим вибрати оптимальну кількість робітників у бригаді на підставі математико-статистичного аналізу параметрів функціонування складу готової продукції як багатоканальної системи масового обслуговування.

Івано-Франківський ВАТ „Промприлад" спеціалізується на випуску апаратів та приладів для нафтогазової промисловості. Виробнича програма нараховує значну кількість номенклатурних позицій: газові лічильники, диференційні манометри та інше.

З метою апробації поданої методики був проведений експеримент щодо визначення закону розподілу часу між двома послідовними поступленнями транспортних засобів (електрокар) до складу готової продукції та закону розподілу часу їх розвантаження на підставі критерію Пірсона χ^2

$$ч^2 = n\sum_{i=1}^{k}\frac{(P_i^* - P_i)^2}{P_i} = \sum_{i=1}^{k}\frac{(m_i - nP_i)}{nP_i} \le ч_q{}^2, \quad (14)$$

де: k – кількість значень (розрядів) випадкової величини;

P_i^* – емпірична ймовірність і-го значення (розряду) випадкової величини;

P_i – теоретична ймовірність і-го значення (розряду) випадкової величини;

n – кількість незалежних іспитів;

m_i – кількість випадкової величини в і-ому розряді;

χ_q^2 – значення критерію при q% рівні.

У таблицях 1, 2 наведено результати перевірки гіпотез показового закону розподілу часу між двома послідовними поступленнями електрокар на склад готової продукції підприємства та показового закону розподілу часу розвантаження однієї електрокари одним робітником.

Зазначені закони розподілу свідчать, що функціонування складу готової продукції на заданому об'єкті дослідження можна розглядати як систему масового обслуговування.

Виходячи з розробленої методики оптимізації параметрів функціонування в таблиці 3

подано розрахунок оптимальної кількості робітників у бригаді при розвантаженні транспортних засобів (електрокар).

Розрахунки свідчать, що для оптимального функціонування складу готової продукції на заданому об'єкті необхідно бригаду з двох робітників.

У подальшому головним напрямком дослідження слід вважати аналіз параметрів процесу постачання зі складу готової продукції з метою оптимізації їх залишків як складової частини обсягу реалізації даного підприємства.

Таблиця 1 – Перевірка гіпотези показового закону розподілу часу між двома поступленнями електрокар на склад готової продукції

Значення випадкової величини часу між двома поступленнями електрокар на склад готової продукції (хв.)		2	3	4	5	6	7
m_i		44	37	10	6	2	1
P_i		0,455	0,382	0,084	0,054	0,023	0,012
nP_i		45,5	38,2	8,4	5,4	2,3	1,2
Значення критерію	Розрахункове	0,45					
	Нормативне	0,584					
Оцінка гіпотези	Так	+					
	Ні						
Параметри		$\bar{t} = 2,88$ $\lambda = 34$					

Таблиця 2 – Перевірка гіпотези показового закону розподілу часу розвантаження електрокари робітником

Значення випадкової величини часу обслуговування однієї електрокари робітником		2	3	4	5	6
m_i		61	29	5	3	2
P_i		0,611	0,312	0,043	0,025	0,009
nP_i		61,1	31,2	4,3	2,5	0,9
Значення критерію	Розрахункове	1,53				
	Нормативне	1,85				
Оцінка гіпотези	Так	+				
	Ні					
Параметри		$\bar{t}_p = 2,49$ $\mu = 40$				

Таблиця 3 – Розрахунок оптимальної кількості робітників у бригаді

Варіанти функціонування системи	1	2	3	4
Кількість робітників у бригаді (s) / Параметри функціонування	1	2	3	4
P [повного завантаження робітників]	0,8500	0,2535	0,0606	0,0117
$\mu s - \lambda$	6	46	86	126
P [повного завантаження робітників] / $\mu s - \lambda$	0,141	0,005	0,0007	0,00009
$1/\mu$	0,025	0,025	0,025	0,025
E [тривалість перебування електрокари у системі]	0,166	0,03	0,0257	0,0251
E [довжина черги]	4,81	1,43	0,34	0,06
E [кількість обслуговуючих електрокар]	0,85	1,7	2,55	3,4
E [кількість електрокар у системі обслуговування]	5,66	3,3	2,89	3,46
Денна тарифна ставка одного робітника (грн)	10	20	30	40
Вартість хвилини простою водія в системі (грн)	0,3	0,3	0,3	0,3
Час знаходження водія у системі протягом робочого дня (хвилини)	79,6	14,4	12,33	12,0
Вартість простою (збитки) одного водія за час знаходження у системі (грн)	23,88	4,32	3,69	3,60
Вартість простою (збитки) водіїв за час знаходження у системі (грн)	135	13,52	10,66	12,45
Загальні збитки (грн)	145,16	**33,52**	40,66	52,45
Вихідні дані	$\mu_1 = 40$ $\rho_1 = 0,85$	$\lambda = 34$ $\mu_2 = 20$ $\rho_2 = 1,7$	$\mu_3 = 13,3$ $\rho_3 = 2,53$	$\mu_4 = 10$ $\rho_4 = 3,4$

Література

1. Вагнер Г. Основы исследования операций / Пер. с англ. Т.3. – М.: Мир, 1973. – 501 с.

2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
3. Неруш Ю. М. Коммерческая логистика. – М.: ЮНИТИ, 1997. – 271 с.