

ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКОГО РІШЕННЯ ЩОДО ВЕЛИЧИНИ ПАРТІЇ ЗАКУПІВЛІ

© Неуров І.В., 2010

Виконано завдання оптимізації управлінських рішень щодо закупівлі товару. За об'єкт дослідження обрано машинобудівне підприємство. Розроблено і розв'язано оптимізаційну задачу, враховуючи два критерії, а саме: мінімізацію витрат транспортування та витрат складування і утримання запасів.

Ключові слова: оптимальна партія закупівлі, машинобудівне підприємство, оптимальне рішення, критерій оптимізації, сукупні логістичні витрати, модель лінійного програмування.

The task of optimization of management decisions on procurement of goods is decided in the article. Machine building company was selected as the object of research. The optimization problem is developed and solved. The author took two criteria of optimization, such as the minimization of transportation costs and costs of warehousing and stock-holding.

Keywords: economic order quantity, machine building enterprise, the optimal decision, criterion optimization, total logistics costs, the model of linear programming.

Постановка проблеми. Закупівельна діяльність на промисловому підприємстві є дуже багатопланою, оскільки пов'язана як з функціональними видами діяльності на підприємстві, які утворюють ланцюг вартості, так із зовнішнім оточенням, наприклад, із постачальниками, які можуть впливати на здобуття стійкої конкурентної переваги на ринку. Вплив закупівельної діяльності не обмежується зниженням витрат чи якості придбаних матеріалів, а може полягати у можливості формування доданої цінності для клієнтів у ланцюгу поставок.

Питання оптимальної партії закупівлі належить до тих оптимізаційних рішень, з якими доводиться стикатись промисловим підприємствам на практиці. Не завжди економічно вигіднішим є постачати комплектуючі невеликими партіями. Існує ситуація на підприємстві, коли мінімальна партія закупівлі задовольняє лише третину або чверть місячної потреби у готовій продукції. Для оптимізації закупівельної партії необхідно розв'язати оптимізаційну задачу, враховуючи два критерії, а саме: мінімізацію витрат транспортування та складування і утримання запасів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В літературних джерелах з логістики при висвітленні завдань оптимізації партії закупівлі найчастіше згадуваною методикою розрахунку є формула Харрісона (відома як формула Уілсона). Водночас цей підхід, запропонований ще у минулому столітті, має низку обмежень щодо використання. Зокрема, він передбачає однакові інтервали поставок, однорідність продукції, відсутність запасів у дорозі, стабільність ціни незалежно від обсягів закупівлі товару тощо. Вітчизняні та зарубіжні вчені робили численні спроби модифікувати формулу, розвиваючи її. Наприклад, український учений, професор Є.В. Крикавський [1] удосконалював відомий підхід шляхом врахування чинника інфляції. Джон Шрайбфедер, з огляду на коливання попиту на товар протягом року, запропонував модифікувати формулу заміною показника річної потреби у матеріалах добутком кількості робочих днів у році на добовий попит на товар [2, с. 75].

Ще однією умовою використання формули Харрісона є понесення витрат транспортування товару з боку постачальника. Проте на практиці нерідко виникають такі умови поставок, коли замовник самостійно вивозить замовлені партії товару з місця наявності запасів до місця призначення. У такому випадку виникає залежність "trade-off", оскільки при зростанні партії замовлення річні витрати на транспортування товару зменшуються, а річні витрати на складування та утримання запасів зростають. Спроби удосконалити формулу Харрісона шляхом введення до неї витрат на транспортування є не зовсім вдалими. Тому така задача потребує використання складнішого математичного апарата, зокрема лінійного програмування.

Постановка цілей. З огляду на вищезазначене, метою цього дослідження є побудова моделі лінійного програмування для оптимізації управлінського рішення щодо обґрунтування партії закупівлі товару з огляду на мінімальні сумарні логістичні витрати, що супроводжують закупівлю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо побудову цієї моделі на прикладі СП ТзОВ «Сферос-Електрон».

Спільне українсько-німецьке підприємство у формі товариства з обмеженою відповідальністю «Сферос-Електрон» є успішним продовжувачем відомого на ринку України виробника автомобільних підігрівачів та кондиціонерів «Вебасто-Електрон», яке було засноване 6 червня 1996 року. Створення підприємства було результатом кількарічної співпраці ВАТ «Концерн-Електрон», який протягом багатьох років функціонує на ринку України як велика багатогалузева компанія, до складу якої входять промислові, науково-виробничі, торгово-сервісні і фінансові підприємства, та німецької фірми «Spheros GmbH», попередньо відомої як «Webasto BUS GmbH».

Вітчизняному та закордонному ринкам підприємство пропонує підігрівачі різних типів, які застосовуються у легкових і вантажних автомобілях, автобусах, сільськогосподарській, військовій, спеціальній техніці. Власна програма виробництва підприємства включає підігрівачі типів DBW 2016, DBW 2020, DBW300, вузли, комплектуючі, а також ресивери, які користуються великим попитом серед виробників автобусів та комерційних автомобілів в Україні, Білорусі та Росії. Встановлення сонячних люків для легкових автомобілів та дахових – для автобусів є доступним безпосередньо на території заводу. Кваліфіковані працівники сучасного сервіс-центру швидко та якісно виконують роботи з обслуговування продукції виробництва «Сферос-Електрон» та «Вебасто».

У своїй діяльності СП ТзОВ «Сферос-Електрон» намагається утримувати мінімум запасів, і результатом ефективної роботи підприємства є зведення цього показника до нуля. Внаслідок цього підприємство досягає мінімізації витрат від замороження капіталу на утримання запасів.

Для виготовлення обігрівачів повітряних підприємство закуповує три види комплектуючих, основні дані про які подано в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку оптимальної партії поставок комплектуючих

Види комплектуючих	Вартість придбання, євро.	Середня вартість перевезення, (змінні транспортні витрати) євро.	Величина мінімальної партії, шт.
1 – 98380А електродвигун 24В	24,20	1,7 (7 %)	450
2 – 43150В Насос циркуляційний 24В	41,50	2,5 (6 %)	200
3 – 391697 Форсунка	2,92	0,12 (4 %)	1000

Джерело: за даними СП ТзОВ «Сферос-Електрон».

Норма утримання запасів становить 7,43 %. На ринку підприємство пропонує три основні види рідинних обігрівачів, щомісячно попит на які становить відповідно 875, 655, 470 одиниць. Потребу в комплектуючих кожного виду продукції подано в табл. 2.

Таблиця 2

Потреба в комплектуючих на один виріб готової продукції

Вид продукції	Види комплектуючих		
	електродвигун 24В	насос циркуляційний 24В	форсунка
Обігрівач рідинний DBW160	1	1	1
Обігрівач рідинний DBW230	1	1	2
Обігрівач рідинний DBW300	1	1	2

Джерело: за даними СП ТзОВ «Сферос-Електрон».

В результаті розв'язання задачі визначимо величину партії комплектуючих кожного виду, яка уможливить мінімізувати витрати на транспортування та витрати на утримання запасів, припускаючи що вагові коефіцієнти становлять 0,4 та 0,6 відповідно для витрат на транспортування та витрат на утримання запасів та кількість замовлень кожного виду комплектуючих щороку:

1. Нехай X_1, X_2, X_3 – величини партій комплектуючих кожного виду. Формуємо локальні критерії, які представляємо у формі векторної функції.

Отже, f_1 – функція мінімізації витрат на транспортування; f_2 – функція мінімізації витрат на утримання запасів.

$$f_1 = 1.7x_1 + 2.5x_2 + 0.12x_3 \rightarrow \min$$

$$f_2 = 24.20 * 0.0743 * x_1/2 + 41.50 * 0.0743 * x_2/2 + 2.92 * 0.0743 * x_3/2 \rightarrow \min$$

$$f_2 = 0,099x_1 + 1,54x_2 + 0,108x_3 \rightarrow \min$$

Методом, що ґрунтується на згортанні локальних критеріїв будуємо один загальний, враховуючи вагові коефіцієнти кожного з критеріїв, шляхом множення кожного з них на відповідний ваговий коефіцієнт. Отже, загальна функція має вигляд:

$$F = (1,7 \cdot 0,4 + 0,899 \cdot 0,6)x_1 + (2,5 \cdot 0,4 + 1,54 \cdot 0,6)x_2 + (0,12 \cdot 0,4 + 0,108 \cdot 0,6)x_3 \rightarrow \min$$

Зводимо результати, і отримуємо кінцеву загальну функцію:

$$F = 1,22x_1 + 1,924x_2 + 0,1128x_3 \rightarrow \min$$

Задаємо необхідні для розв'язання функції обмеження:

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 2625$$

$$x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 2620$$

$$x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 1880$$

$$x_1 \geq 450$$

$$x_2 \geq 200$$

$$x_3 \geq 1000$$

У результаті оптимізації скаляризованого критерію, за допомогою спеціальної програми отримаємо значення заданих вище невідомих:

$$x_1 = 450$$

$$x_2 = 200$$

$$x_3 = 1975$$

Отже, оптимальна величина партії електродвигуна 24В становить 450 шт., насоса циркуляційного 24В – 200 шт., форсунки – 1975 шт.

Для знаходження необхідної кількості замовлень кожного виду комплектуючих щороку нам необхідно знайти річну потребу кожного з видів продукції:

$$\text{Вид А} = 875 \cdot 12 = 10500 \text{ од.}$$

$$\text{Вид В} = 655 \cdot 12 = 7860 \text{ од.}$$

$$\text{Вид С} = 470 \cdot 12 = 5640 \text{ од.}$$

Для виготовлення кожного з видів продукції може використовуватись не одна комплектуюча, а кілька комплектуючих певної групи. Це необхідно врахувати під час обчислення загальної річної потреби у певному виді комплектуючих:

$$\text{РП(к1)} = 10500 + 7860 + 5640 = 24000 \text{ шт.};$$

$$\text{РП(к2)} = 10500 + 7860 + 2 \cdot 5640 = 29640 \text{ шт.};$$

$$\text{РП(к3)} = 10500 + 7860 + 2 \cdot 5640 = 29640 \text{ шт.}$$

Для знаходження кількості замовлень щороку (N) необхідно річну потребу поділити на оптимальну партію замовлення:

$$N1 = 24000/450 = 53,3 \approx 53 \text{ рази на рік};$$

$$N2 = 29640/200 = 148,2 \approx 148 \text{ разів на рік};$$

$$N3 = 29640/1975 = 15 \text{ разів на рік.}$$

В результаті розв'язання задачі отримано альтернативний варіант постачання комплектуючих. Для визначення різниці між існуючим, реальним необхідно поррахувати ефект, вигоду від впровадження іншого варіанта. Вихідні умови на підприємстві такі: кожна комплектуюча постачається у кількості, що дорівнює мінімальній партії замовлення. Отже, можна вирахувати, скільки замовлень кожної комплектуючої здійснює підприємство за рік. Для цього річну потребу у кожній комплектуючій ділимо на мінімальну партію замовлення:

$$N1'' = 24000/450 = 53,3 \approx 53 \text{ рази на рік};$$

$$N2'' = 29640/200 = 148,2 \approx 148 \text{ разів на рік};$$

$$N3'' = 29640/1000 = 29,64 \approx 30 \text{ разів на рік.}$$

Результати та ефект від використання обох варіантів зведено у табл. 3.

Для обчислення ефекту від впровадження альтернативного варіанта необхідно врахувати той факт, що транспортні та складські витрати залежать від ціни і ефекту від впровадження альтернативного варіанта немає. Результат задачі впливає на постійні транспортні витрати та витрати складання замовлення і показав, що у випадку перших двох комплектуючих діяльність є оптимальною, а от оптимальну партію закупівлі форсунки необхідно збільшити вдвічі задля досягнення оптимальних складських та транспортних витрат.

Зведена таблиця результатів розрахунків

Комплектуючі	Річна потреба, шт.	Постійні транспортні витрати, євро/партію	Витрати складання замовлення, євро	Партія закупівлі, шт.		Кількість поставок в рік		Сукупні постійні транспортні та витрати складання замовлення, євро		Абсолютне відхилення, євро
				фактична	розрахункова	фактична	розрахункова	фактичні	розрахункова	
Електродвигун 24 В	24000	35	1,3	450	450	53	53	1924	1924	0
Насос циркуляційний 24 В	29640	15	1,3	200	200	148	148	2412	2412	0
Форсунка	29640	80	1,3	1000	1975	30	15	2440	1220	1220

Джерело: за розрахунками автора згідно з даними СП ТзОВ «Сферос-Електрон».

Враховуючи, що постійні транспортні витрати становлять 35, 15 та 80 євро відповідно за мінімальну партію транспортування, і при збільшенні партії вони залишаються незмінні, та враховуючи вартість складання замовлення у розмірі 1,3 євро замовлення, можна побачити, що є економія у випадку форсунки, оскільки поставки скорочуються вдвічі, відповідно згідно з існуючою ситуацією такі витрати становлять 2439 євро ($80 \cdot 30 + 1,3 \cdot 30 = 2439$), а згідно з альтернативним варіантом становитимуть 1220 євро ($80 \cdot 15 + 1,3 \cdot 15 = 1220$). Ефект очевидний і становить 1220 євро в рік.

В такий спосіб ця модель дає змогу мінімізувати сумарні логістичні витрати і вибрати оптимальну партію поставок комплектуючих.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Критерії, які використовуються у цій задачі, є односторонньо направлені, оскільки доцільно зводити їх до мінімуму. Водночас зростання одних витрат призводить до зниження інших. Тому результатом задачі буде отримане число, яке являє собою компромісне рішення, тобто оптимальне поєднання транспортних та складських витрат. Існування зустрічно діючих цілей вимагає надання їм вагових коефіцієнтів, задля розуміння того, який з критеріїв є істотнішим для підприємства. У такому випадку задача матиме практичний характер, а рішення, отримане в результаті її розв'язку, відповідатиме реальним умовам.

На практиці ця задача може ускладнюватись додатковими обмеженнями, зокрема, вимогами щодо мінімізації часу поставки або максимізацією рівня якості товару. Це вимагатиме перегляду математичної моделі та врахування у ній зазначених чинників, що і стане предметом подальших досліджень.

1. Крикавський Є.В. *Логістичне управління: підручник* / Є.В. Крикавський. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 684 с. 2. Шрайбфедер Дж. *Ефективное управление запасами* / Дж. Шрайбфедер; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с. 3. Krzyżaniak S. *Podstawy zarządzania zapasami w przykładach*. – Poznań: Biblioteka logistyka, 2003. – 335 s.