

ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕЛИЧИНИ ПАРТІЇ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ГРУПОВИХ ЗАКУПІВЛЯХ У ОДНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА

© Неуров І.В., 2011

Виконано завдання оптимізації управлінських рішень щодо закупівлі товару, а також управлінське завдання щодо оптимізації величини партії матеріалів під час групових закупівель у одного постачальника. 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, групові закупівлі, 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.

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

Постановка проблеми

Актуальність теми зумовлена істотним впливом закупівельної діяльності підприємства на формування конкурентних переваг та здобуття позицій на ринку, зокрема, істотним впливом матеріальних витрат на величину та структуру собівартості готової продукції, зокрема машинобудівної. За дослідженнями фахівців в останні десятиліття відбувається сталий ріст частки закуплених частин, матеріалів, сировини у вартості готових виробів: в багатьох галузях, у тому числі і у машинобудуванні ця частка сягає 70 %. І це явище спостерігається на фоні існування низки проблем в галузі, оскільки машинобудівний комплекс України має доволі складну структуру, що включає багато окремих підгалузей і виробництв. Очевидно, що за таких умов проблеми постачання повинні вирішуватися на стратегічному рівні у взаємозв'язку із іншими функціональними стратегіями, такими, як маркетингова, виробнича і фінансова. Особливо ці завдання актуалізуються у зв'язку із важливістю машинобудівної галузі, оскільки ефективність будь-яких економічних перетворень в економіці нашої країни багато в чому залежить від рівня інтенсифікації машинобудівного виробництва і розвитку його окремих напрямів.

Закупівельна діяльність на промисловому підприємстві є багатоплановою, 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 ланцюзі поставок.

Питання оптимальної партії закупівлі належить до тих оптимізаційних рішень, які доводиться промисловим підприємствам розв'язувати на практиці. Не завжди економічно вигіднішим є

постачати комплектуючі невеликими партіями. Існує ситуація на підприємстві, коли мінімальна партія закупівлі задовольняє лише третину або чверть від місячної потреби у готовій продукції. Для оптимізації закупівельної партії необхідно розв'язати оптимізаційну задачу, враховуючи залежності “trade-off” “trade-up”, а саме – витрати транспортування, витрати закупівлі та складання замовлення, витрати складування і утримання запасів тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Враховуючи істотний вплив закупівельної діяльності підприємства на формування конкурентних переваг та здобуття позицій на ринку, позитивний досвід функціонування зарубіжних компаній у сфері закупівельної діяльності та логістики постачання, потребує ґрунтовних досліджень та розвитку питання управління закупівельною діяльністю машинобудівних підприємств. Актуальність виконання цих завдань зумовило вибір теми дослідження щодо управління запасами та вибору оптимальної партії закупівлі товарів.

У літературних джерелах з логістики під час висвітлення 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 професор Крикавський Є. В. [1] удосконалював відомий підхід шляхом врахування чинника інфляції. Зарубіжний учений 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].

Істотним обмеженням використання формули Харрісона є умова понесення витрат транспортування товару з боку постачальника. Проте на практиці нерідко виникають такі умови поставок, коли замовник самостійно вивозить замовлені партії товару з місця зберігання запасів до місця призначення. У такому випадку виникає залежність “trade-off”, оскільки за зростання партії замовлення річні витрати на транспортування товару зменшуються, а річні витрати на складування та утримання запасів зростають. Спроби удосконалити формулу Харрісона введенням до неї витрат на транспортування є не зовсім вдалим. Тому така задача потребує використання складнішого математичного апарата, зокрема лінійного програмування для оптимізації управлінського рішення щодо обґрунтування партії закупівлі товару, з огляду на мінімальні сумарні логістичні витрати, що супроводжують закупівлю.

Постановка цілей

З огляду на вищезазначене, метою цього дослідження є розроблення методичного підходу до обґрунтування оптимальної величини партії матеріалів під час групових закупівель у одного постачальника.

Виклад основного матеріалу

Ще одним обмеженням формули Харрісона є прийняття рішення за умови групового замовлення матеріалів. Невисвітлення питання управління запасами в ситуації, коли від одного постачальника походить більш ніж один товар, з практичного погляду принципово не виправдане. Особливо це стосується таких видів діяльності, як машинобудування. Доставка більше десяти, а навіть кількох десятків позицій з одного джерела зовсім не належить до поодиноких випадків, особливо у машинобудівній галузі. У цьому зв'язку актуалізується потреба менеджерів у відповідних методичних підходах для прийняття рішень в таких ситуаціях.

Розглянемо розв'язання такої задачі на прикладі СП ТзОВ “Сферос-Електрон”.

Спільне українсько-німецьке підприємство у формі товариства з обмеженою відповідальністю “Сферос-Електрон” є успішним продовженням 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, торговельно-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”.

З огляду на проблему обіговості коштів, 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.

Досліджуване підприємство СП ТзОВ “Сферос-Електрон” у своїй діяльності використовує безліч комплектуючих та матеріалів. Цей перелік сягає більше сотні назв, і безперервне постачання у такому випадку потребує зусиль для організації такого постачання. Для цього на підприємстві складають графіки постачання, які повинні сигналізувати і показувати, в яких часових інтервалах відбувається закупівля кожної окремої назви комплектуючого товару чи матеріалу. Але фактично існують постачальники, які забезпечують підприємство кількома або навіть десятком матеріалів та комплектуючих. Зважаючи на це, немає потреби створювати графіки поставки по кожній назві, простіше працювати з графіками по кожному окремому постачальнику.

На підприємстві СП ТзОВ “Сферос-Електрон” постачальник Schutt Stahl KG (Німеччина) здійснює поставку п'яти матеріалів, які є основними у виробництві. Оптимальну політику закупівель, які здійснюються в одного постачальника, можна створити у кілька етапів, враховуючи річну вартість матеріальних потреб матеріалів цього постачальника. Дані для розрахунку з підприємства наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Вартість річних матеріальних потреб п'яти асортиментів,
які купуються від одного постачальника**

Матеріал i	Річна потреба	Ціна за одиницю виміру (в євро)	Разом річні потреби (в євро) (W_i)
Сталь нерж. 1.4841-1,0x1000x2000	25630 кг	8,80	225544
Сталь нерж. листована 1.4401-0,8x12x20	3363 шт.	0,74	2492
Труба Ст35 – 70x1,5	2490 м	9,55	23780
Труба Ст35 – 38x1,0	2025 м	4,08	8262
Стрічка металева 4x0,35 мм	887 кг	13,50	11975
Разом			272053

Джерело: складено автором за даними досліджуваного підприємства.

Щодо міркувань, які стосуються сукупного замовлення товарів, що купують в одного постачальника, слід врахувати, по-перше, спільний розгляд багатьох різних товарів, що змушує прийняття для них спільної одиниці міри, а такою можуть бути тільки гроші. Так, власне, окремі змінні (попит, величина поставки тощо) для різних асортиментів через одне джерело поставки до

спільного замовлення будуть представлені вартісно. По-друге, підприємство, яке повинно застосовувати такий спосіб підходу до замовлення доставок. Агрегація певної кількості асортиментів і перехід на грошові одиниці знижує контроль перебігу процесів поставок і задоволення попиту по відношенню до кожного одиничного асортименту, а тим самим і точність керування рівнями їх запасів, облікованих в натуральних одиницях. Маючи це на увазі, здається, що сукупне керування запасами може бути застосоване тільки в торгових фірмах. У кінці короточасна відсутність одного чи навіть кількох товарів на полиці такої фірми (всупереч очевидному факту, що це є небажаний стан) не несе таких серйозних наслідків, як відсутність матеріалів або замінних частин на промисловому підприємстві, що викликає припинення виробництва. У будь-якому випадку працівники, що працюють у закупівельній сфері машинобудівних підприємств, повинні знати про існування такого ризику.

Слід розрахувати оптимальну кількість закупівель (N_{opt}) впродовж року для усіх матеріальних позицій, які розглядаються сукупно. Для цієї мети ми пропонуємо таку формулу для розрахунку:

$$N_{opt} = \sqrt{\frac{r \sum W_i}{2(K_z + \sum K_i)}}, \quad (1)$$

де r – процентна норма витрат утримування запасу, $r = 7,43$; W_i – вартість річних потреб матеріалу i , $W_i = 272053$ євро; K_z – витрати закупівлі однієї партії, $K_z = 12$ євро; K_i – витрати розробки замовлення для одного матеріалу, $K_i = 3$ євро, а відповідно для 5 матеріалів $\sum K_i = 15$ євро.

Отже:

$$N_{opt} = \sqrt{\frac{0,0743 \cdot 272053}{2(12 + 15)}} = \sqrt{\frac{20213,5}{54}} = \sqrt{27,06} = 19,3 \approx 19.$$

Інтерпретація отриманого результату є такою: для групи п'яти матеріальних асортиментів, які розглядаються, оптимальним рішенням є здійснення 19 закупівель впродовж планового року. Отже, оптимальним циклом замовлення є період близько 19 днів.

Далі слід розрахувати індивідуальні оптимальні частоти закупівель окремих матеріалів, що розглядаються ($I_{opt.,i}$), і визначити їхнє відношення до оптимальної групової кількості закупівель:

$$I_{opt.,i} = N_{opt} \cdot \sqrt{\frac{2K_i}{rW_i}}. \quad (2)$$

Отримані результати дають нам інформацію про те, як часто (скільки разів в оптимальній груповій кількості закупівель) слід замовляти матеріал i ? Отже, чим більшим виявиться значення показника $I_{opt.,i}$, тим цей матеріал рідше повинен включитися до групового замовлення:

- матеріал 1 (тобто $i = 1$): $I_{opt.,1} = N_{opt} \cdot \sqrt{\frac{2K_1}{rW_1}} = 19,3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{0,0743 \cdot 225544}} \approx 0,365 \approx 0,4$;
- матеріал 2 (тобто $i = 2$): $I_{opt.,2} \approx 3,5$;
- матеріал 3 (тобто $i = 3$): $I_{opt.,3} \approx 1,1$;
- матеріал 4 (тобто $i = 4$): $I_{opt.,4} \approx 1,9$;
- матеріал 5 (тобто $i = 5$): $I_{opt.,5} \approx 1,6$.

Далі слід виділити асортименти матеріалів, для яких $I_{opt.,i} \geq 1,5$. Адже їх будуть замовляти рідше, ніж це буває для цілої групи. Як бачимо, ця нерівність виконується для трьох матеріалів:

Таблиця 2

Графік поставки матеріалів від Schutt Stahl KG (Німеччина) на один період

Матеріал	05.01		19.01		02.02		16.02		02.03		16.03		30.03		06.04	
	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.	євро	фіз..од.
Сталь нерж. 1.4841-1,0x1000x2000	9806	1114 кг	9806	1114 кг	9806	1114 кг	9806	1114 кг	9806	1114 кг	9806	1114 кг	9806	1114 кг	9806	1114 кг
Сталь нерж. листована 1.4401-0,8x12x20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	365	480 шт
Труба Ст35 – 70x1,5	—	—	—	—	—	—	1829	146 м	—	—	—	—	—	—	1829	146 м
Труба Ст35 – 38x1,0	360	88 м	360	88 м	360	88 м	360	88 м	360	88 м	360	88 м	360	88 м	360	88 м
Стрічка металева 4x0,35мм	520	39 кг	520	39 кг	520	39 кг	520	39 кг	520	39 кг	520	39 кг	520	39 кг	520	39 кг
Разом	10686		10686		10686		12515		10686		10686		10686		12880	

Джерело: за розрахунками автора.

- матеріал 2 (тобто $i = 2$): $I_{opt.,2} \approx 3,5$;
- матеріал 4 (тобто $i = 4$): $I_{opt.,4} \approx 1,9$;
- матеріал 5 (тобто $i = 5$): $I_{opt.,5} \approx 1,6$.

Такого результату можна було утім очікувати, тому що значення річних потреб у матеріалах 2, 4 і 5 були невеликими (порівняно зі значеннями інших матеріалів групи, що розглядається).

Знову ми розраховуємо оптимальну групову кількість закупівель, але оминаючи матеріали 2, 4 і 5. Остаточо отримаємо:

$$N_{opt} = \sqrt{\frac{0,0743 \cdot 249324}{2(12 + 6)}} = \sqrt{\frac{18524,77}{36}} = 22,68 \approx 23;$$

$$N'_{opt.} = 22,68 \approx 23,$$

а отже, фактично ідентичний результат з отриманим вище.

Залишилось скоригувати на нове значення N'_{opt} оптимальні частоти $I_{opt.,i}$ для асортиментів матеріалів 2, 4 і 5. Згідно з очікуваннями, ці нові значення $I'_{opt.,i}$ також є фактично ідентичні до раніше розрахованих. І так:

- $I'_{opt.,2} = 4,08$ (попередньо 3,5), тобто після заокруглення 4;
- $I'_{opt.,4} = 2,24$ (попередньо 1,09), тобто після заокруглення 2;
- $I'_{opt.,5} = 1,31$ (попередньо 1,6), тобто після заокруглення 1.

Інтерпретація отриманих результатів: товари 1 і 3 слід замовляти на підприємстві кожних два тижні (оскільки $365/23/7=2$ тижні):

- у кожному четвертому груповому замовленні, тобто у 8-тижневому циклі (матеріал 2);
- у кожному другому груповому замовленні, тобто у 4-тижневому циклі (матеріал 3);
- у кожному груповому замовленні, тобто у 2-тижневому циклі (матеріал 4).

Тобто його необхідно включити у кожне групове замовлення.

Фактичні величини (у фізичних одиницях), які слід замовляти, виникатимуть з ділення значень річних потреб на розраховану оптимальну кількість закупівель. Результати зведемо у табл. 2. Візьмемо умовно дати 2011 р., і за великий, загальний цикл приймемо 8-тижневий цикл.

Вирахуємо, які обсяги у фізичних одиницях будуть замовлятися:

- матеріал 1 (Сталь нерж 1.4841-1,0x1000x2000) постачатиметься 23 рази на рік, в обсязі 9806 євро, або ж 1114 кг;
- матеріал 2 (Сталь нерж. листована 1.4401-0,8x12x20) постачатиметься 8-тижневим циклом, а отже, 7 разів на рік в обсязі 365 євро, або 480 шт.; матеріал 3 (Труба Ст35 – 70x1,5) постачатиметься 4-тижневим циклом 13 разів на рік і в обсягах 1829 євро, або 146 м;
- матеріал 4 (Труба Ст35 – 38x1,0) постачатиметься у кожному груповому замовленні 23 рази на рік в обсязі 360 євро, або 88 м;
- матеріал 5 (Стрічка металева 4x0,35мм) постачатиметься у кожному груповому замовленні 2-тижневим циклом 23 рази на рік в обсязі 520 євро, або 39 кг.

Такі графіки спрощують процес закупівлі та контроль над ним. Облік можна вести як в грошових, так і в фізичних одиницях. Замовлення просто здійснювати, такий графік складається на рік і в нього легко вносити зміни у разі коливань попиту або ціни. Це є ефективне рішення у галузі закупівель СП ТзОВ “Сферос-Електрон”, що значно спрощує діяльність. Звичайно, такі графіки доцільно розробити для кожного з постачальників групових замовлень, що оптимізує систему закупівель (постачання) матеріалів та комплектуючих. Оптимізацією також можна вважати скорочення витрат на складання замовлення, оскільки вони здійснюються кожних два тижні, не частіше, ніж за відсутності групових замовлень.

Висновки

Отже, ця модель дає змогу мінімізувати сумарні логістичні витрати і вибрати оптимальну партію поставок комплектуючих. 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 для визначення 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.

Перспективи подальших досліджень

У практиці діяльності машинобудівних підприємств нерідко здійснюються закупівлі не тільки сировини, матеріалів й напівфабрикатів, але й складного технологічного обладнання, транспортних засобів чи навіть консалтингових послуг. При цьому підходи до вибору постачальника, самого товару (послуги) та умов їх поставки змінюються. Це потребує додаткових досліджень, що і буде предметом подальшого розгляду автора.

1. Крикавський Є. В. *Логістичне управління: підручник* / Євген Васильович Крикавський. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 684 с.
2. Шрайбфедер Дж. *Ефективное управление запасами* / Джон 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.