

Лекція 3. Логістика запасів

Матеріальні запаси – це продукція виробничо-технічного призначення, яка знаходиться на різних стадіях виробництва й обігу, виробу народного споживання та інші товари, що очікують на вступ до процесу виробничого або особистого споживання.

У системі логістики запаси класифікуються на *виробничі*, що пов'язують неперервність споживання ресурсів із дискретністю їх надходження від постачальників, та *товарні*, що пов'язують інтервали надходження продукції від постачальників з інтервалами відпускання її споживачам. Виробничі запаси, у свою чергу, поділяються на *запаси, необхідні безпосередньо на виробництві*, та *транспортні запаси*, тобто ті, що створюються при транспортуванні вантажів. Специфічним видом запасів є *державні резерви*, що формуються для гарантованого забезпечення протягом деякого часу необхідного рівня споживання населенням основних видів споживчих товарів у непередбачених випадках (природні катаклізми, війни і т. ін.).

На підприємствах розрізняють три рівні виробничих запасів:

1. **Запаси готової продукції** – дозволяють службі збуту забезпечувати більш короткі строки поставок, ніж повний цикл постачання та виготовлення цієї продукції. Вони вирівнюють нерегулярності або зупинки виробництва. Достатні запаси готової продукції дозволяють уникнути або відстрочити наслідки призупинення виробництва через ремонт, простої, страйки та ін. Крім того, вони є регулятором виробництва у випадку сезонних коливань попиту, що дає можливість, якщо це бажано, працювати на постійному рівні продуктивності.

2. **Запаси незавершеного виробництва (наприклад, напівфабрикатів власного виробництва)** – формуються на різних стадіях виробництва таким чином, що зупинка процесу на будь-якій стадії не призводить до раптової зупинки всіх наступних операцій виробничого процесу.

3. **Запаси купованих матеріальних ресурсів – виробничі запаси (сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів)** – дозволяють шляхом зниження періодичності замовлень користуватись торговельними знижками для одержання великих партій ресурсів та «спекулювати» на коливаннях цін або курсах кон'юнктури для сировинних матеріалів. Вони забезпечують захист проти збоїв у постачальників, наприклад, при закупівлях у монополістів.

Класифікація за виконуваною функцією запасів дозволяє розділити виробничі та товарні запаси на декілька груп, таких як: *поточні, підготовчі, страхові, сезонні, перехідні*.

Поточні запаси забезпечують безперервність постачання необхідними матеріальними ресурсами виробничого процесу між їх двома черговими поставками, а також забезпечити торгівлю та споживачів товарами між двома черговими відправками товарів. Поточні запаси складають основну частину виробничих та товарних запасів, їх величина постійно змінюється.

Підготовчі запаси (або буферні запаси) виділяються з виробничих запасів за необхідності додаткової їх підготовки перед використанням у виробництві (наприклад, сушіння лісу). Підготовчі запаси товарних засобів виробництва формуються у випадку необхідності підготувати матеріальні ресурси до їх відправки у виробничий процес.

Страхові запаси (або гарантійні запаси) призначені для безперервного постачання споживачів у випадку непередбачених обставин: відхилення в періодичності та величині партій поставок від запланованих, зміни інтенсивності споживання, затримки поставок та ін. На відміну від поточних запасів, розмір гарантійних запасів – величина постійна і залежить від умов виконання конкретних поставок. За нормальних умов роботи ці запаси не використовуються і є недоторканими.

Сезонні запаси утворюються при сезонному характері виробництва продукції, її споживання або транспортування. Сезонні запаси повинні забезпечити нормальну роботу організації під час сезонної перерви у виробництві, споживанні або транспортуванні продукції.

Перехідні запаси – це залишки матеріальних ресурсів на кінець звітної періоду. Вони призначені для забезпечення безперервності виробництва та споживання у звітному та подальшій періодах до наступної поставки.

Класифікація за часом розділяє запаси на такі види:

– **максимальний бажаний запас** визначає рівень запасу, економічно оптимальний у певній системі управління запасами. Цей рівень може перевищуватися. У різних системах управління максимальний бажаний запас використовується як орієнтир для розрахунку обсягу замовлення;

– **неліквідні запаси** – так називають виробничі або товарні запаси, які довго не використовуються і утворюються в результаті погіршення якості товарів під час зберігання, а також морального зношення.

До основних функцій товарно-матеріальних запасів належать такі:

1) **функція регулювання процесу**. Деякі запаси є необхідними, оскільки потрібен час, щоб закінчити одну виробничу операцію і більш чи менш тривалий час для переходу до іншої операції;

2) **економічна функція**. Деякі види запасів на будь-якому рівні забезпечують незалежність окремим робочим місцям, ділянкам, цехам, спрощують процеси виробництва і/або розподілу. Проте зниження цих запасів до мінімуму вимагає певних змін в організації та фінансуванні (управління якістю, обслуговування, оновлення матеріалів, професійна підготовка персоналу і т. ін.);

3) **функція упередження**. Буферні запаси потрібні у випадках, коли запаси споживаються прогнозованим, але змінним чином і якщо бажано згладити ці коливання зменшенням або збільшенням запасів, а не змінами виробничої системи (технічними, технологічними і т. ін.);

4) **функція захисту від випадковостей**. Інколи створюються **аварійні запаси**, призначені для захисту від коливань у строках поставок і коливань попиту в ті ж періоди, для забезпечення безперервності виробничого процесу при непередбачених його порушеннях;

5) **функція «виробництва»**. Товарно-матеріальні запаси можуть бути невід'ємною частиною виробничого процесу, у випадку якщо є потреба в періоді прихованого розвитку необхідного для проведення хімічної реакції або перетворення продукту (наприклад, дозрівання вина).

Ефективне використання запасів досягається при правильній організації управління ними, яке включає:

- 1) розробку науково-обґрунтованих норм запасів;
- 2) планування запасів;
- 3) облік, аналіз та контроль за станом запасів;
- 4) оперативне (поточне) регулювання запасів.

Норма запасу – мінімальна але достатня кількість матеріальних елементів, що забезпечують безперервність виробництва та обігу.

Запаси нормуються диференційовано для кожного виду (найчастіше для поточного, підготовчого, страхового запасів). Вимірюються запаси за допомогою натуральних або вартісних показників, іноді запаси вимірюються у днях запасу.

Норму поточного виробничого запасу часто встановлюють на основі визначеного планового інтервалу поставки, тобто проміжку часу між двома суміжними поставками партій ресурсів (товарів).

Методи розрахунку планового інтервалу поставки:

а) при рівномірному інтервалі поставки (графічне зображення процесу у цьому випадку представлено на рис. 3.1):

$$t = \frac{V}{P}, \quad (6)$$

де t – плановий інтервал поставки дн.; V – величина партії поставки продукції в натуральному вимірі; P – планове середньодобове споживання продукції в натуральному вимірі;

б) при нерівномірному інтервалі поставки:

$$t_{B3B} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (7)$$

де t_{B3B} – середньозважений інтервал поставки, дн.; t_i – фактичний інтервал поставки; V_i – розміри партії надходження за минулий період; $i = 1, 2, \dots, n$ – кількість фактичних надходжень поставок за минулий період.

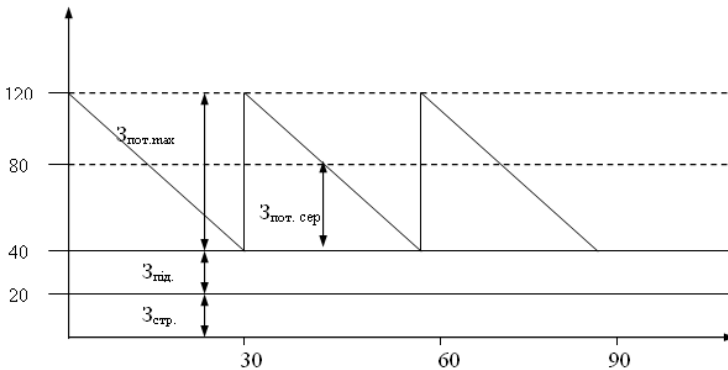


Рис. 3.1. Графік зміни виробничих запасів при рівномірному інтервалі поставки, рівних обсягах поставок та рівномірному середньодобовому споживанні (приклад умовний)

Норма середнього поточного виробничого запасу (рис. 3.1) розраховується за формулою:

$$Z_{ном.сер.} = \frac{Pt}{2} = \frac{V}{2}, \quad (8)$$

де $Z_{ном.сер.}$ – норма поточного виробничого запасу в натуральному вимірі.

Розповсюдженою є типова методика нормування виробничих запасів. Ця методика дозволяє враховувати вплив на норму запасу не тільки інтервалів поставок але й нерівномірності споживання матеріалів. Це досягається завдяки тому, що розрахунки ведуться на основі різного обліку руху матеріальних ресурсів. При відносно рівномірному споживанні ресурсів – облік проводиться за місяцями, при нерівномірному споживанні облік проводиться за конкретними датами.

Норму підготовчого виробничого запасу визначають за формулою:

$$Z_{\text{підг.}} = p \cdot (t_{\text{зв.}} + t_{\text{сп.}}), \quad (9)$$

де $t_{\text{зв.}}$ – час для звичайних операцій (вивантаження матеріалів, їх приймання, оформлення документів і т. ін. – за рекомендацією типової методики цей час дорівнює одному дню); $t_{\text{сп.}}$ – час на спеціальні підготовчі операції (сушіння, розморожування, хімічне очищення, сортування і т. ін.).

Норму страхового виробничого запасу визначають різними методами.

Найбільш поширеним є метод, в основу якого покладений розрахунок середньозваженого середньоквадратичного відхилення фактичних інтервалів поставок від середньої запланованої величини:

$$Z_{\text{стр.}} = p \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t}_i)^2 V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}}, \quad (10)$$

де t_i – фактичний інтервал поставки; \bar{t}_i – середній інтервал поставки; V_i – розміри партії надходження за минулий період; P – планове середньодобове споживання продукції в натуральному вимірі; $i = 1, 2, \dots, n$ – кількість фактичних надходжень поставок за минулий період.

Відповідно до теорії математичної статистики, норма страхового запасу обчислена за цією формулою гарантує безперебійність постачання виробництва на 68,3 %.

За типовою методикою страховий запас встановлюється в розмірі 25 % від максимального відхилення рівня поточного запасу перед поставками від його середньої величини.

Норма виробничого запасу дорівнює сумі розглянутих вище запасів:

$$Z_B = Z_{\text{ном.}} + Z_{\text{підг.}} + Z_{\text{стр.}} \quad (11)$$

Дуже важливим елементом формування раціональної системи управління запасами є вирішення проблеми визначення оптимальної величини запасів. Разом з цим задача оптимізації величини запасів зводиться не стільки до «підгонки» запасів до умов, що склалися, а до активної зміни умов із метою максимально можливого скорочення запасів з урахуванням мінімізації витрат. Таким чином, критерієм оптимізації величини запасів повинен бути мінімум сукупних витрат на збереження запасів і повторення замовлення. Цей критерій враховує три фактори, які впливають на величину сукупних витрат:

1. Площа складських приміщень.
2. Витрати на збереження запасів.
3. Вартість виконання замовлення.

У логістиці розроблено велику кількість оптимізаційних моделей виробничих запасів. Найбільш поширеною є, так звана, **формула Уілсона**. За її допомогою прагнуть мінімізувати повні змінні витрати на управління запасами.

Повні змінні витрати на управління запасами – сума витрат на виконання замовлення і витрат на збереження товарно-матеріальних запасів на складі.

Витрати на виконання замовлення. Це витрати на виконання одного замовлення, помножені на кількість здійснених замовлень протягом періоду часу, який розглядається.

Витрати на збереження товарно-матеріальних запасів на складі. Приймають, що запаси безперервно змінюються від замовленої величини Q до 0, а потім знову зростають до Q (при надходженні нового замовлення).

Відповідно, середній рівень запасів дорівнює $Q/2$ протягом усього часу, який розглядається.

Оскільки витрати на збереження одиниці товару виражаються в процентах від ціни закупівлі цього товару, витрати на збереження будуть рівні $Q/2$ і CH . Тоді повні змінні витрати на утримання запасів будуть виражатись, як:

$$CVT = \frac{Q \cdot C \cdot H}{2} + \frac{D \cdot L}{Q}, \quad (12)$$

де D – попит на товар з боку замовника (шт.) за одиницю часу; L – витрати на реалізацію замовлення, грн; H – витрати на збереження товару за одиницю часу в процентах від C ; C – витрати на придбання одиниці товару, грн; Q – обсяг замовлення, шт.

При чому D та H передбачаються однорідними, тобто такими, що належать до одного і того ж періоду часу.

Ця функція Q проходить через екстремум в точці, де її перша похідна дорівнює нулю:

$$0 = \left(\frac{Q}{2}\right)' \cdot C \cdot H + D \cdot L \cdot \left(\frac{1}{Q}\right)' \quad (13)$$

Звідки оптимальний обсяг замовлення (партії поставки), при якому витрати на управління запасами будуть мінімальними, дорівнюватиме:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D \cdot L}{C \cdot H}} \quad (14)$$

Системи управління запасами. Важливим аспектом діяльності логістичної системи є підтримка розмірів матеріальних запасів на такому рівні, щоб забезпечити безперебійне постачання всіх підрозділів необхідними матеріальними ресурсами за умови дотримання вимог економічності всього процесу переміщення матеріального потоку. Рішення цього завдання досягається за допомогою формування системи управління запасами.

Система управління запасами – сукупність правил і показників, які визначають момент часу й обсяг закупівлі продукції для поповнення запасів.

У логістиці застосовуються такі основні системи управління запасами:

1. Система управління запасами з фіксованим розміром замовлення.
2. Система управління запасами з фіксованою періодичністю замовлення.
3. Система з встановленою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня.
4. Система «мінімум – максимум».

Практичні завдання

Завдання 1. Відомо, що витрати на виконання замовлення становлять 15 гр. од., річне споживання – 1200 од., річні витрати на зберігання продукції – 0,1 гр. од., розмір партії поставки – 100, 200, 400, 500, 600, 800, 1000 од., річне виробництво – 15000 од.; витрати, зумовлені дефіцитом, – 0,4 гр. од. Розрахувати оптимальний розмір замовленої партії при поповненні замовлення на кінцевий інтервал. Розрахувати оптимальний розмір партії в умовах дефіциту.

Завдання 2. Відомо, що річний попит становить 10000 од.; витрати на виконання замовлення – 20 дол./од.; ціна одиниці продукції – 1,4 дол./од.; витрати на утримання запасів – 40 % від ціни одиниці продукції. Визначити: оптимальний розмір партії поставки; ціну, яку

повинен встановити постачальник при поставці продукції партіями, рівними 450 од.; оптимальний розмір виробленої партії на підприємстві при річному виробництві 150 тис. од.

Завдання 3. Відомо, що витрати на виконання замовлення (постачання одиниці продукції) дорівнюють 23 гр. од.; річне споживання – 1300 од.; річні витрати на зберігання продукції – 0,3 гр. од.; річне виробництво – 12000 од.; витрати, зумовлені дефіцитом, 0,5 гр. од. Слід розрахувати оптимальний розмір партії, визначити оптимальний розмір замовленої партії при власному виробництві, а також розрахувати оптимальний розмір партії в умовах дефіциту.

Завдання 4. Відомо, що річний попит становить 15000 од.; витрати, пов'язані з доставкою продукції, – 25 дол./од.; ціна одиниці продукції становить 1,3 дол./од.; витрати на утримання запасів – 30 % від ціни одиниці продукції. Треба визначити: оптимальний розмір партії поставки; ціну, яку повинен встановити постачальник при поставці продукції партіями по 460 од.; оптимальний розмір виробленої партії на підприємстві при виробництві 155000 од. на рік.

Завдання 5. За даними обліку витрат вартість подачі одного замовлення становить 400 грн, річна потреба в комплектуючому виробі – 2000 шт., ціна одиниці комплектуючого виробу – 630 грн, вартість утримання комплектуючих на складі дорівнює 20 % їх ціни. Визначити оптимальний розмір замовлення на комплектуючі вироби виходячи з мінімуму сумарних витрат.

Завдання 6. За даними обліку витрат вартість подачі одного замовлення на комплектуючий виріб складає 178 грн, річна потреба в комплектуючому дорівнює 6568 шт., ціна одиниці комплектуючого – 256 грн, вартість зберігання комплектуючого виробу дорівнює 25 % його ціни. Визначити оптимальний розмір замовлення на комплектуючий виріб.

Завдання 7. Відомо, що витрати виконання замовлення становить 3 у. о. за 1 т, кількість необхідного матеріалу – 1350 т, закупівельна ціна 1 т – 150 у. о., витрати зберігання складають 25 % ціни. Визначити оптимальний розмір замовлення (партії поставки).

Завдання 8. Оборот складу – 2 тис. грн/день. Витрати на одну доставку – 9 тис. грн; витрати на зберігання запасу розміром в 1 тис. грн – 0,04 тис. грн на день. Визначити оптимальний розмір замовленої партії.

Завдання 9. Річна потреба у матеріалах – 1550 шт., кількість робочих днів у році – 226, оптимальний розмір замовлення – 75 шт., час поставки – 10 днів, можлива затримка поставки – 2 дні. Визначити параметри системи з фіксованим розміром замовлення.

Завдання 10. Річна потреба в матеріалах становить 2340 шт., кількість робочих днів у році – 230, оптимальний розмір замовлення – 88 шт., час поставки кожної партії – 12 днів, можлива затримка

поставки – 3 дні. Визначте параметри системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення.

Завдання 11. Річна потреба в напівфабрикатах становить 1550 шт., кількість робочих днів у році – 226, оптимальний розмір замовлення (партії поставки) – 75 шт., поставка здійснюється вантажним автомобілем з середньою експлуатаційною швидкістю 22,92 км/год. Постачальник знаходиться на відстані 2200 км, загальний час на погрузочно-розвантажувальні роботи, відпочинок водія тощо становлять 2 дні за рейс. Можлива затримка у постачанні 2 дні.

Визначити параметри системи з фіксованим розміром замовлення, а саме:

- а) очікуване денне споживання напівфабрикатів;
- б) термін витрачання партії поставки;
- в) очікуване споживання за час поставки;
- г) максимальне споживання за час поставки (з урахуванням можливої затримки в постачанні чергової партії);
- д) гарантійний внесок.

Необхідно побудувати графічну схему з фіксованим розміром замовлення (партії поставки) з відомим і розрахованим даними.

Завдання 12. Розрахувати параметри системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями, якщо річна потреба в матеріалах становить 1550 шт., кількість робочих днів у році – 226 днів, оптимальний розмір замовлення – 75 шт., час поставки – 10 днів, можлива затримка в постачаннях – 2 дні.

Завдання 13. Річна потреба в матеріалах становить 2340 шт., кількість робочих днів у році – 230, оптимальний розмір замовлення – 88 шт., час поставки кожної партії – 12 днів, можлива затримка поставки – 3 дні. Визначте параметри системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями.