

РОЗДІЛ 5. УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ЗАПАСАМИ. ЛОГІСТИКА ЗАПАСІВ

5.1. Поняття товарно-матеріальних запасів

Товарно-матеріальні запаси – це запаси сировини, матеріалів, напівфабрикатів, готових товарів, які зберігаються для забезпечення потреб виробничого процесу, реалізації готової продукції, поточного ремонту обладнання підприємства, формування гарантій нормальної роботи підприємства.

Матеріальні запаси формуються у більшості логістичних ланцюгів:

- в дорозі під час доставки матеріальних запасів на підприємство;
- на складі до початку виробництва продукції;
- у вигляді напівфабрикатів у процесі незавершеного виробництва;
- на складі готової продукції;
- в дорозі під час доставки споживачеві (до моменту оплати споживачем). З моменту оплати споживачем облік таких запасів здійснює логістичний та бухгалтерський відділ компанії споживача.

Основна проблема управління матеріальними запасами пов'язана з формуванням раціонального обсягу, який, з одного боку, дозволить уникнути дефіциту матеріального запасу, а з іншого, знизити витрати на зберігання матеріальних запасів під час формування значних обсягів запасів.

Значні обсяги матеріальних запасів погіршують фінансовий стан підприємства, оскільки збільшують активи підприємства, знижуючи коефіцієнт обертання оборотних засобів.

У випадку використання кредитних коштів значні обсяги матеріальних запасів впливають на зростання кредиторської заборгованості підприємства.

Пі час формування значних обсягів матеріальних запасів підприємства несуть непомітні витрати на їх зберігання. Тому витрати на зберігання запасів готової продукції значно більші, ніж витрати на зберігання запасів сировини та напівфабрикатів.

Низький рівень матеріальних запасів або часткова їх нестача може стати причиною дефіциту товару. Дефіцит виникає як із-за недостатнього запасу, так і із-за ненадійного джерела їх постачання.

Дефіцит товару у постачальника може стати причиною наступних варіантів дій споживача:

1) споживач готовий очікувати поставку. В даному випадку для постачальника така ситуація розглядається як відкладений продаж;

2) споживач не готовий очікувати поставки визначеного товару. В такому випадку для продавця матиме місце втрачений продаж;

3) споживач не готовий до придбання товару даного постачальника. Для постачальника така ситуація характеризується як втрачений споживач.

Відкладений продаж виникає у випадку готовності споживача:

1) здійснити замовлення на відповідний товар з поставкою через визначений термін (відкладене замовлення);

2) очікувати надходження товару.

Втрачений продаж матиме місце у випадку придбання споживачем товарів-замінників, продаж яких може бути більш або менш прибутковий для продавця.

Втрачений споживач – це споживач, який у випадку відсутності товару у даного покупця, здійснив його придбання у конкурента. Дана поведінка споживача є найбільш ризикованою для продавця. Споживач, придбавши товар конкурента, може назавжди віддати перевагу такому придбанню. Тому небезпека втрати покупця криється у великій ймовірності втрати тієї частки прибутку, яку отримував би даний продавець у випадку придбання дефіцитного товару конкретним споживачем, що і змушує останніх формувати резервні запаси.

5.2. Класифікація запасів

Запаси класифікуються за наступними класифікаційними ознаками:

I) за місцем знаходження:

1) *виробничі запаси* – резерви, що формуються на підприємствах, призначені для забезпечення безперебійного виробничого процесу;

2) *товарні запаси* – резерви готової продукції, що знаходяться на складах підприємства і в сфері обігу (запаси в дорозі, запаси на підприємствах торгівлі);

II) за функцією:

1) *поточні запаси* – забезпечують безперервність виробничого процесу між двома постачаннями;

$$ПЗ = C_o T_{пост}, \quad (5.1)$$

де *ПЗ* – поточний запас; *T_{пост}* – інтервал поставки в днях.

$$C_o = \frac{C_p}{365}, \quad (5.2)$$

де C_{δ} – середньодобове споживання матеріалів, грн.; C_p – загальна річна потреба в даному виді матеріалів у натуральних одиницях виміру.

Середній поточний запас визначається за формулою

$$ПЗ_c = C_{\delta} \frac{T_{nocm}}{2} \quad (5.3)$$

Поточний матеріальний запас – це той обсяг сировини, матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції, який забезпечує потреби основної діяльності (виробництва, збирання, продажу).

2) *підготовчі запаси* необхідні для додаткової підготовки матеріальних ресурсів перед використанням у виробництві (наприклад, сортування макулатури, сушка лісу) або підготовки до поставки споживачам (маркування, пакування тощо);

$$ПГЗ = C_{\delta} T_{під}, \quad (5.4)$$

де $ПГЗ$ – підготовчий час; $T_{під}$ – термін підготовки.

3) *гарантійні (страхові, резервні) запаси* призначені для безперервного постачання споживачеві у разі непередбачених обставин. На відміну від поточних запасів, розмір гарантійних запасів - величина постійна. За нормальних умов роботи ці запаси недоторканні.

Величина гарантійного запасу визначається:

а) на основі середнього відхилення фактичного інтервалу поставки від планового (передбаченого договором);

б) на основі підрахунку днів, необхідних для оформлення замовлення та доставки матеріалів від постачальника до споживача.

$$ГЗ = C_{\delta} \cdot T_{затр} \quad (5.5)$$

де C_{δ} – денне споживання товару; $T_{затр}$ – час затримки поставки;

4) *сезонні запаси* – запаси, які утворюються за сезонного характеру виробництва, споживанні матеріальних виробничих ресурсів, транспортуванні;

5) *перехідні запаси* – залишки запасу матеріальних ресурсів на кінець одного року і початок іншого року;

б) *транспортні запаси* – створюються на період з моменту оплати виставленого постачальником рахунку до прибуття вантажу на склад підприємства:

$$ТЗ = C_{\delta} T_{тр} \quad (5.6)$$

де $ТЗ$ – транспортний запас, грн.; $T_{тр}$ – термін транспортування.

Залежно від сфери діяльності та виду запасу, підприємства формують свої запаси, виходячи із:

а) мінімального розміру запасу, сподіваючись на швидку та своєчасну його поставку;

б) середнього розміру запасу, виходячи із середнього розміру витрачання запасу в день та терміну його доставки;

в) максимального розміру запасу з урахуванням можливих ризиків його неподачі.

Максимальний виробничий запас обчислюється за формулою:

$$Z_{\max} = C_o(T_{mp} + T_{nocm} + T_{nid} + T_c) \quad (5.7)$$

Середній запас:

$$Z_c = C_o\left(T_{mp} + \frac{T_{nocm}}{2} + T_{nid} + T_c\right) \quad (5.8)$$

Мінімальний запас:

$$Z_{\min} = C_o(T_{mp} + T_{nid} + T_c) \quad (5.9)$$

III) залежно від часу формування запасу:

1) *максимально бажаний запас* – найбільша величина економічно доцільного запасу в прийнятій на підприємстві системі управління запасами;

2) *граничний рівень запасу* використовується для визначення моменту часу для чергового замовлення. Граничний рівень запасу визначається на основі норми запасу як розрахункової найменшої кількості предметів праці, які повинні знаходитися у виробничого (торгового) підприємства для забезпечення безперебійного виробництва (реалізації) продукції.

Обсяг запасу обирається залежно від надійності постачальника, надійності перевізника, розміру складських приміщень для зберігання запасів, норми прибутковості матеріальних запасів, що зберігаються.

Сучасна система управління матеріальними запасами включає весь комплекс робіт, починаючи від оцінки розміру запасу до визначення місця знаходження кожної партії запасу, що зберігається на складі.

В ланцюгу поставки матеріальних запасів кожний із його учасників прагне перенести витрати на їх зберігання на іншого учасника. Так, постачальник зацікавлено дистриб'ютора придбати більшу кількість товарів. Дистриб'ютор стимулює дилерів до формування більших запасів. Дилери, з метою зменшення своїх запасів, використовують комплекс заходів зі стимулювання збуту товару споживачеві. В даному ланцюгу існує і зворотний рух матеріальних запасів від наступного учасника ланцюгу поставки до попереднього (повернення надлишку матеріальних запасів, забракованої, зіпсованої продукції).

5.3. Системи просування матеріальних запасів

Існує дві системи просування матеріальних запасів:

1) *Штовхаюча система*, за якої постачальники нав'язують товари оптовим та роздрібним торговцям з метою зменшення своїх власних запасів. Система виштовхування характерна для тих типів виробництва продукції, які під час планування обсягів виробництва орієнтуються на максимальне завантаження виробничих потужностей. Вся вироблена продукція збільшує запаси постачальника. Пошук споживачів здійснюється після завершення процесу виробництва товару. За такої системи організації просування матеріальних запасів термін реалізації матеріальних запасів виробника не є чітко визначений, а носить ймовірнісний характер, ускладнене планування надходження фінансових коштів.

2) *Система витягування*, коли оптові та роздрібні торговці замовляють товари у постачальника у міру появи в них необхідності (поява попиту, реалізація попередніх запасів тощо). Виробництво товару здійснюється у тих обсягах, на які є попит. Запаси постачальника мінімальні, оскільки вся вироблена продукція поставляється оптовим та роздрібним споживачам.

5.4. Системи управління запасами

Система управління запасами – сукупність критеріїв та процедур щодо визначення моменту часу й обсягу закупівлі матеріальних ресурсів для поповнення запасів.

В залежності від частоти споживання запасів у виробництві, відстані доставки запасів, витрат на формування замовлення, можливостей зберігання запасів, можливих втрат від дефіциту запасу, на підприємствах застосовуються такі 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».

Основними розрахунковими параметрами даних систем управління запасами є:

1. *Гарантійний (страховий) запас* – це той рівень запасу на складі, який забезпечує потребу в продукції (ресурсах або товарах) на час передбачуваної затримки постачання. В процесі споживання запасів зі складу гарантійний запас має бути недоторканим;

2. *Граничний рівень запасу* – це той обсяг запасу, в результаті досягнення якого здійснюється наступне замовлення. Граничний рівень запасів називається *точкою замовлення*. В разі зниження поточного рівня запасу до граничного рівня відбувається оформлення замовлення на поставку запасів;

3. *Максимально бажаний запас* — це такий обсяг запасів, який визначається, виходячи із площі складу та відповідає критерію мінімуму сукупних витрат.

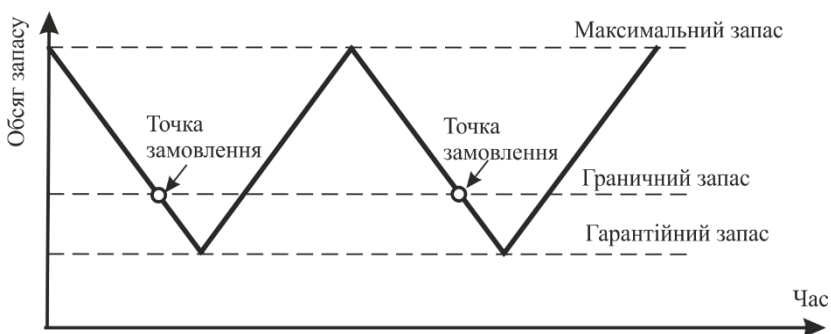


Рис. 5.1. Рівні запасів в системі управління запасами

5.4.1. Система управління запасами з фіксованою величиною замовлення

У даній системі розмір замовлення на поповнення запасу є постійною величиною. Чергове замовлення на постачання ресурсу здійснюється за умови зменшення наявного на складах запасу до встановленого мінімального граничного рівня, який називають «точкою замовлення».

У процесі функціонування даної системи інтервали постачання можуть бути різними залежно від інтенсивності витрат (споживання) ресурсу у логістичній системі.

Основні положення функціонування системи управління запасами з фіксованою величиною замовлення полягають у наступному:

1) Будь-яке замовлення виконується до рівня не вище максимального. В процесі виробничої діяльності відбувається

зменшення рівня запасів у відповідності до інтенсивності його споживання.

2) На складі здійснюється постійний контроль за рівнем використання запасів шляхом відстежування розміру запасу і порівняння його з граничним рівнем запасу.

3) У випадку, якщо поточний рівень запасу дорівнює або менше граничного рівня, робиться замовлення на закупівлю відповідних матеріалів. Розмір замовлення встановлюється на рівні оптимального розміру замовлення.

4) У випадку затримки поставки споживається гарантійний запас матеріального ресурсу.

5) Розмір запасу в процесі виконання замовлення збільшується на величину розміру замовлення. Рівень поточного запасу в момент виконання замовлення може бути на рівні максимального або менше нього.

Параметрами системи з фіксованим розміром замовлення є розраховані значення видів запасів.

Максимальний бажаний запас розраховується як сума гарантійного ($GЗ$) та оптимального рівня запасу.

$$МБЗ = GЗ + q_{opt} \quad (5.10)$$

Оптимальний розмір запасу розраховується за формулою Уілсона.

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_{зам} \cdot N}{\frac{Ц \cdot C_{зан}}{100}}} \quad (5.11)$$

де, q_{opt} – оптимальний розмір запасу, грн; N – щорічне споживання ресурсу, грн; $C_{зам}$ – витрати на виконання одного замовлення, грн; $C_{зан}$ – витрати на зберігання товарно-матеріальних запасів, частка від річної вартості запасу; $Ц$ – ціна одиниці ресурсу, грн.

Гарантійний запас на складі розраховується як добуток денного споживання ресурсу (C_0) та часу затримки поставки ($T_{затр}$);

$$GЗ = C_0 \cdot T_{затр} \quad (5.12)$$

Граничний рівень запасу на складі розраховується як сума гарантійного запасу ($GЗ$) і очікуваного споживання ресурсу на складі за час виконання замовлення (OC).

$$GP = GЗ + OC \quad (5.13)$$

Очікуване споживання ресурсу за час виконання замовлення (OC) розраховується як добуток денного споживання ресурсу і часу виконання замовлення ($T_{вз}$)

$$OC = C_0 \cdot T_{вз} \quad (5.14)$$

Денне споживання ресурсу розраховується як відношення річного обороту ресурсу до кількості робочих днів.

На основі розрахованих параметрів графічна схема функціонування системи з фіксованим розміром постачання виглядатиме наступним чином (рис. 5.2).

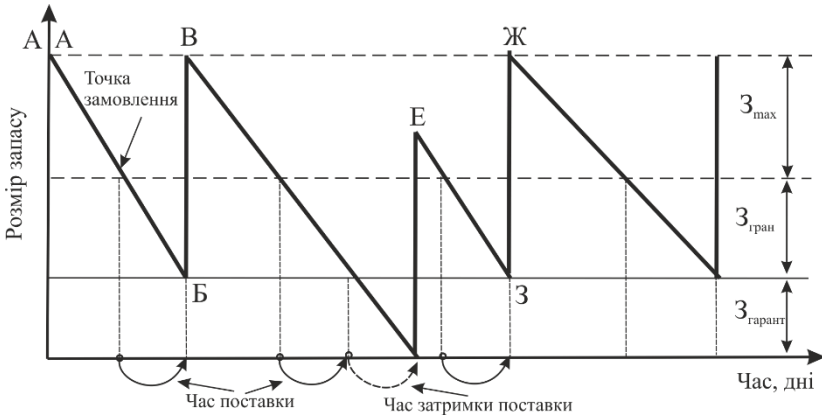


Рис. 5.2. Рух запасів у системі управління запасами з фіксованим розміром замовлення, де $BВ=DE=ЗЖ$

Замовлення здійснюється в момент досягнення запасами граничного рівня. Тоді обсяг замовлення визначається на рівні оптимального розміру замовлення і відповідає різниці між граничним та максимальним рівнем замовлення.

Оскільки в даній системі управління запасами інтервал поставки не є фіксованою величиною, можливий ризик зниження рівня запасу нижче гарантійного рівня. Така ситуація характеризується як дефіцит запасів і небезпечна з огляду на можливі ризики затримки поставки. Коли рівень запасів нижче гарантійного обсяг замовлення все рівно залишається на рівні оптимального розміру, а не доповнюється до максимального рівня.

5.4.2. Система з фіксованою періодичністю замовлення

У системі з фіксованою періодичністю замовлення роблять у строго визначені моменти часу, наприклад, 1 раз на місяць, 1 раз на тиждень, 1 раз на 14 днів, тощо, а розмір запасу є величиною змінною і регулюється величиною їх залишків на складі.

Для визначення розміру замовлення наприкінці кожного періоду перевіряється рівень запасів і на основі його залишків визначається

розмір партії постачання. Таким чином, у системі з фіксованою періодичністю замовлення змінюється розмір замовлення (обсяг партії), який залежить від рівня витрат (споживання) матеріальних ресурсів у попередньому періоді. Розмір замовлення визначається як різниця між фіксованим максимальним рівнем, до якого поповнюється запас, і фактичним його обсягом у момент замовлення (поточним запасом).

В системі з фіксованою періодичністю замовлення рівень запасів контролюється шляхом інвентаризації або виявлення залишків за допомогою сканерів, що вимагає формування значних обсягів резервних запасів задля уникнення ймовірності дефіциту товару. З цією метою у підприємств, які використовують дану систему формування запасів виникає необхідність у додаткових заходах щодо контролю залишків запасів.

Інтервал часу між замовленнями розраховується на основі оптимального розміру замовлення.

$$\Delta T = K \cdot q_{opt} / N, \quad (5.15)$$

де, ΔT – інтервал часу між замовленнями, днів; q_{opt} – оптимальний розмір замовлення, шт.; K – число робочих днів в періоді; N – річна потреба в матеріальному ресурсі, шт.

Основні параметри моделі управління запасами з фіксованою періодичністю часу між замовленнями:

Максимальний бажаний запас розраховується як сума гарантійного (страхового) запасу та добутку інтервалу часу між замовленнями та очікуваного денного споживання:

$$MBZ = GZ + \Delta T \cdot C_d. \quad (5.16)$$

Гарантійний запас на складі розраховується як добуток денного споживання ресурсу та часу затримки поставки (рівняння (5.12))

Очікуване споживання ресурсу за час виконання замовлення розраховується як добуток денного споживання товару і часу виконання замовлення (рівняння (5.14)).

Денне споживання ресурсу розраховується як відношення річного обороту ресурсу до кількості робочих днів.

Розмір замовлення є величиною змінною і залежить від залишків ресурсу на складі і розраховується за наступною формулою:

$$PZ = MBZ - PZ + OC. \quad (5.17)$$

де, PZ – залишки матеріального ресурсу на складі.

На основі розрахованих параметрів графічна інтерпретація системи матиме наступний вигляд.

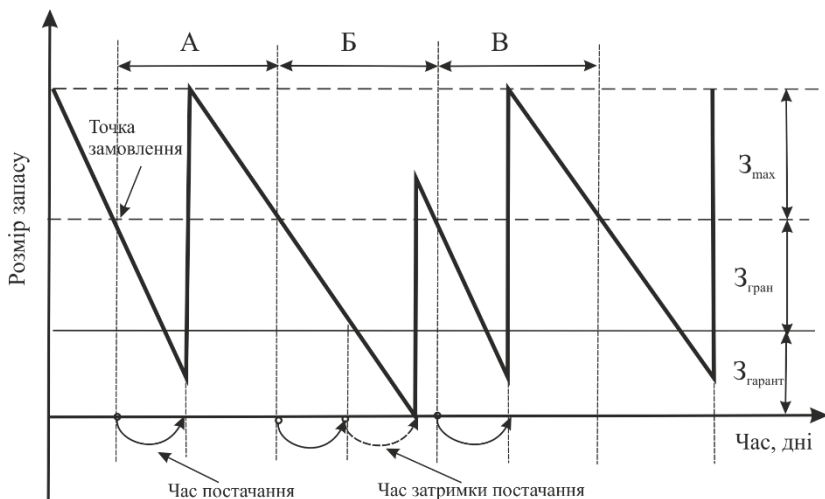


Рис. 5.3. Рух запасів у системі з фіксованою періодичністю замовлення, де $A=B=B$

5.4.3. Система із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня

Дана система використовується для формування запасів на ті ресурси, які мають тенденцію до зміни обсягів їх споживання. Для таких ресурсів використання системи з фіксованим розміром замовлення може призвести до затоварювання складу, а використання системи з фіксованою періодичністю замовлення може призвести до дефіциту ресурсу на складі. Для формування запасів даних ресурсів використовується система управління, в якій контролюється як періодичність замовлення, так і рівень запасів на складі.

Контроль періодичності замовлення здійснюється шляхом встановлення фіксованого періоду часу, через які здійснюється замовлення (система з фіксованою періодичністю замовлення).

Контроль рівня запасів здійснюється шляхом встановлення граничного рівня запасів (система з фіксованим розміром замовлення).

Попри наявність елементів двох систем, пріоритетною є система управління запасами з фіксованою періодичністю замовлення.

Особливості функціонування системи із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня такі:

1) У випадку, якщо попит на запаси стабільний, відсутні коливання рівня запасів, замовлення робиться через фіксовані проміжки часу. Такі замовлення називаються *основними*.

Розмір основного замовлення визначається за формулою

$$PЗ = МБЗ - ПЗ + ОС, \quad (5.18)$$

де: $PЗ$ – розмір замовлення, шт.; $МБЗ$ – максимальний бажаний запас, шт.; $ПЗ$ – поточний запас, шт. (залишки на складі); $ОС$ – очікуване споживання за час постачання, шт.

Як видно з формули, розмір замовлення розраховується таким чином, що за умови точної відповідності фактичного споживання за час постачання очікуваному, постачання поповнює запас на складі до максимального бажаного рівня.

2) Якщо ж попит на запаси зростає, може виникнути дефіцит товару до настання часу його замовлення, тому з метою уникнення такої ситуації в даній системі встановлюється граничний рівень запасу (як в системі з фіксованим розміром замовлення), у разі досягнення якого подається замовлення постачальникові. Такі замовлення, які направляються в разі досягнення порогового рівня запасу називаються *додатковими*.

Розмір додаткового замовлення визначається за формулою

$$PЗ = МБЗ - ГР + ОС, \quad (5.19)$$

де: $PЗ$ – розмір замовлення, шт.; $МБЗ$ – максимальний бажаний запас, шт.; $ГР$ – граничний рівень запасу, шт.; $ОС$ – очікуване споживання до часу постачання, шт.

Як видно з формули, розмір замовлення розраховується таким чином, що за умови точної відповідності фактичного споживання (до моменту постачання) прогнозованому, постачання поповнює запас на складі до максимально бажаного рівня.

У випадку зниження попиту на товари використовується система з фіксованою періодичністю замовлення, що може призвести до зростання обсягів запасів на складі (затоварювання складу).

Основні параметри моделі управління запасами із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня:

Максимальний бажаний запас розраховується як сума гарантійного (страхового) запасу та добутку інтервалу часу між замовленнями та очікуваного денного споживання.

$$МБЗ = ГЗ + \Delta T \cdot C_0. \quad (5.20)$$

Гарантійний запас на складі розраховується як добуток денного споживання ресурсу та часу затримки поставки (рівняння 5.12)).

Граничний рівень запасу на складі розраховується як сума гарантійного запасу ($ГЗ$) і очікуваного споживання ресурсу (C_0) за час виконання замовлення ($T_{\text{вз}}$).

$$ГР = ГЗ + T_{\text{вз}} \cdot C_0. \quad (5.21)$$

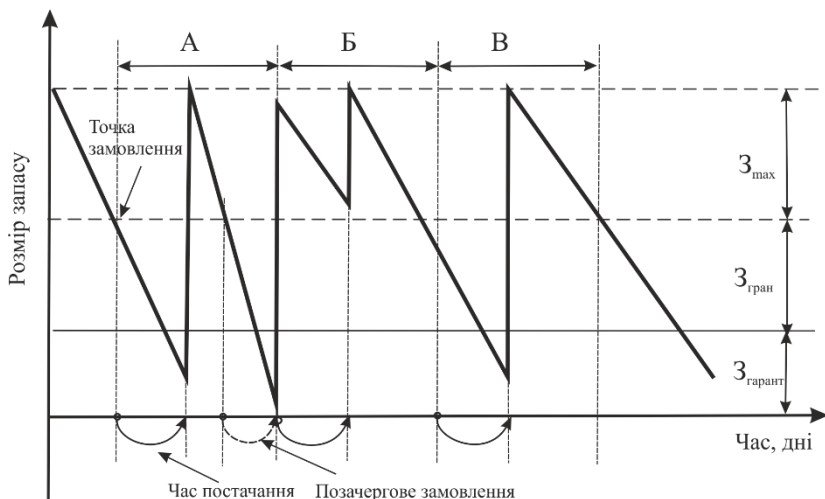


Рис. 5.4. Рух запасів у системі управління запасами із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня

Очікуване споживання ресурсу за час виконання замовлення розраховується як добуток денного споживання товару і часу виконання замовлення (рівняння 5.14)).

Денне споживання ресурсу розраховується як відношення річного обороту ресурсу до кількості робочих днів.

5.4.4. Система «мінімум–максимум»

Для контролю рівня запасів в даній системі вводиться два рівні запасів: максимальний бажаний запас та мінімальний запас, який прирівнюється до граничного рівня запасу.

В даній системі замовлення здійснюються за умови, що запаси на складі в цей момент виявилися рівними або меншими встановленого мінімального рівня. Тоді для визначення періоду подачі замовлення вводиться поняття інтервалу часу між замовленнями, що наближає дану систему до системи з фіксованою періодичністю замовлення. Замовлення надається в момент часу, який відповідає заданому інтервалу замовлення у випадку, якщо розмір запасів сягає нижче граничного рівня.

Для визначення обсягів закупівлі вводиться поняття розміру замовлення, що поєднує дану систему з системою з фіксованим розміром замовлення.

У випадку видачі замовлення його розмір розраховується так, щоб постачання поповнило запаси до максимального рівня.

Основні параметри системи «мінімум–максимум».

1. *Денне споживання ресурсу (C_0)* розраховується як відношення річного обороту товару до кількості робочих днів.

2. *Очікуване споживання ресурсу* за час виконання замовлення розраховується як добуток денного споживання ресурсу і часу виконання замовлення (рівняння 5.14)).

3. *Граничний рівень запасу ($ГР$)* на складі розраховується як сума гарантійного запасу та запасу на час виконання замовлення (рівняння 5.21)).

4. *Максимальний бажаний запас ($МБЗ$)* на складі розраховується сума гарантійного запасу та запасу між замовленнями:

$$МБЗ = ГЗ + \Delta T \cdot C_0. \quad (5.23)$$

5. *Розмір замовлення ($РЗ$)* є величиною змінною і залежить від залишків товару на складі і розраховується за наступною формулою:

$$РЗ = МБЗ - ПЗ + ОС. \quad (5.24)$$

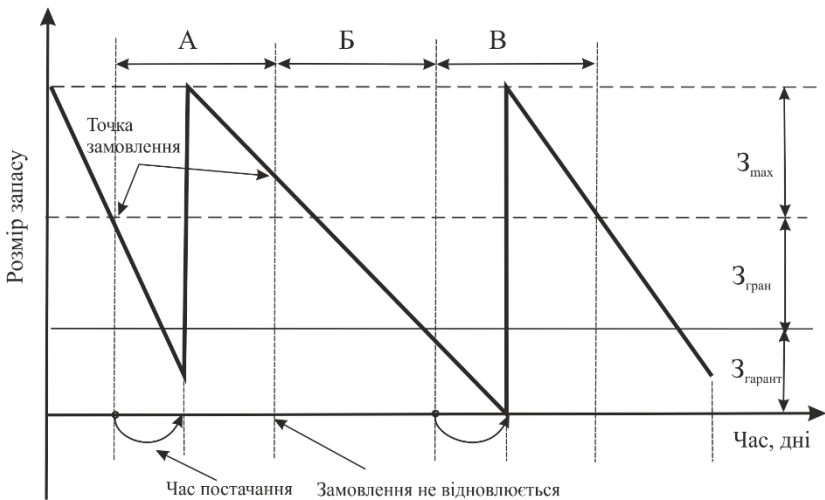


Рис. 5.5. Рух запасів у системі управління запасами «мінімум-максимум»

В системі мінімум-максимум час та розмір замовлення визначається на основі двох параметрів: граничного розміру запасів та визначеного інтервалу часу для замовлення (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Система «мінімум-максимум»

Граничний розмір запасу (ГР)	Інтервал часу між замовленнями	Дія
Не досягли ГР	Досягли інтервалу	Замовлення не здійснюється
Досягли ГР	Не досягли	Замовлення не здійснюється
Досягли ГР	Досягли інтервалу	Замовлення здійснюється лише в інтервали часу, незважаючи на те, що ГР досягли раніше

Використання системи управління запасами «мінімум–максимум» доцільне у тому випадку, коли запаси витрачаються зі складу нерівномірно і немає потреби у закупівлі їх через фіксовані періоди часу або у фіксованих розмірах через непрогнозованість попиту на них.

Основні параметри всіх систем управління запасами (розмір, час замовлення та місце розташування сигнальної лампочки як індикатора подачі замовлення) представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Параметри систем управління запасами

Система управління запасами	Розмір замовлення	Час замовлення	
з фіксованим розміром поповнення запасів	$q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_{зам} \cdot N}{\frac{C}{100} \cdot C_{зан}}}$	У випадку, коли поточний запас (ПЗ) дорівнюватиме граничному запасу (ГЗ)	На рівні граничного запасу
з фіксованою періодичністю поповнення запасів	$PЗ = МБЗ - ПЗ + ОС$	У разі досягнення інтервалу $\Delta T = K \cdot q_{opt} / N$	На рівні інтервалів часу
із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня	$PЗ_{осн} = МБЗ - ПЗ + ОС,$ $PЗ_{дод} = МБЗ - ГР + ОС$	У разі досягнення інтервалу (завжди) або граничного рівня запасу (додатково)	На рівні інтервалів часу та граничного розміру замовлення
«мінімум–максимум»	$PЗ = МБЗ - ПЗ + ОС$	У разі досягнення інтервалу лише коли поточний запас (ПЗ) дорівнюватиме граничному запасу (ГР) Якщо $ПЗ > ГР$, в інтервал часу замовлення не здійснюється	На рівні інтервалів часу лише за умови коли $ПЗ = ГР$

Розглянуті системи управління запасами відрізняються системами контролю за рівнем запасів на складі (табл. 5.3), тому їх використання на підприємстві залежить від низки чинників, основними із яких є характер попиту на товари (рівномірний, інтенсивний, нерівномірний, нестабільний), прогнозованість попиту, характер споживання запасів, політика постачання запасів.

Окрім вище описаних базових систем управління запасами, на практиці використовуються і інші системи, зокрема система «точно в термін», система періодичних закупівель.

5.4.5. Система «точно в термін» (JIT)

В даний час намітилася чітка тенденція до зростання витрат на зберігання запасів, що і стало причиною розробки систем «миттєвого» управління запасами, до яких відноситься розглянута система «точно в термін».

«Точно в термін», «just – in – time» (JIT), pull system – повна синхронізація поставок з процесами виробництва і реалізації, коли виробничі запаси подаються невеликими партіями безпосередньо на потрібні операції виробничого процесу, минаючи склад, а готова продукція відразу відвантажується покупцям.

В цьому випадку застосовується витягуюча система управління виробництвом продукції: від останньої стадії до першої.

Згідно з системою «точно в термін» замовлення на готову продукцію подається на останню стадію виробничого процесу, де проводиться розрахунок необхідного обсягу незавершеного виробництва, яке має надійти з передостанньої стадії. Для забезпечення потреб передостанньої стадії запит подається на попередній етап виробництва на певну кількість напівфабрикатів. Обсяги виробництва кожної стадії виробничого процесу визначаються, виходячи із запитів наступних стадій.

Така організація виробничого процесу призводить до відсутності потреби у формуванні будь-яких видів запасів, а отже дозволяє відмовитися від створення складської системи.

5.4.6. Система періодичних закупівель

Дана система використовується під час формування замовлень на сезонні товари (хутрові вироби, сезонний одяг, товари до Нового року тощо).

Таблиця 5.3

Порівняння систем управління запасами

	Система управління запасами з фіксованою величиною замовлення	Система з фіксованою періодичністю замовлення	Система із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня	Система «мінімум-максимум»
1	2	3	4	5
Постійна величина	Розмір замовлення на поповнення запасу	Інтервал часу між постачаннями	Інтервал часу між постачаннями	Інтервал часу між постачаннями
Змінна величина	Інтервал часу між постачаннями	Розмір замовлення на поповнення запасу	Розмір замовлення на поповнення запасу	Розмір замовлення на поповнення запасу
Умови застосування				
– за часом	Неритмічне споживання запасів	Ритмічне споживання запасів	Неритмічне споживання запасів	Неритмічне споживання запасів
– за обсягами	Нерівномірне споживання запасів	Рівномірний попит	Нерівномірний, але прогнозований попит	Нерівномірний попит
Прогнозованість попиту	Прогнозований попит	Прогнозований попит	Низька прогнозованість попиту	Непрогнозований попит
Характер попиту	Інтенсивний попит	Інтенсивний попит	Значні коливання та великі обсяги попиту	Низький і незначний попит

Закінчення табл. 5.2

1	2	3	4	5
Причини застосування	Великі втрати у випадку відсутності ресурсу на складі; Високі витрати на зберігання запасів; Висока вартість ресурсів; Постачальник накладає обмеження на мінімальний обсяг закупівлі	Значні витрати на утримання великих обсягів запасів; Витрати на замовлення незначні	Поєднує причини двох попередніх систем; Невизначеність попиту	Висока невизначеність попиту; Широкий асортимент запасів, Сезонність споживання
Недоліки	Можливість затоварювання складу; Відсутність необхідності вести систематичний облік запасів на складах з метою оцінювання наближення рівня запасів до «точки замовлення»	Необхідність інвентаризації залишків запасів для визначення розміру замовлення; Можливість виникнення дефіциту запасів у разі зростання попиту на них; Необхідність закупівлі незначних обсягів	Додаткові витрати на організацію постійного спостереження за станом величини запасів	Ймовірність виникнення дефіциту запасів велика
Переваги	Відсутність дефіциту	Ймовірність виникнення дефіциту запасів невелика	Повне виключення недостачі матеріальних ресурсів	Мінімізація витрат на оформлення замовлення та зберігання запасів на одиницю запасу

5.5. Контроль рівня матеріальних запасів

Рівень матеріальних запасів – це залишок матеріальних запасів в місці їх зберігання. Необхідність контролю рівня матеріальних запасів викликана необхідністю уникнення їх дефіциту та можливої втрати клієнта.

Контроль рівня матеріальних запасів здійснюється споживачем в місці його постачання та постачальником в місці реалізації споживачеві.

Як на складі постачальника, так і в системі роздрібною торгівлі для організації контролю за матеріальними запасами, товару розміщеному на полицях магазинів та полицях стелажів складу, присвоюється штрих-кодовий номер, який друкується поряд з ціною товару на його ціннику. В кодовому номері заноситься вся інформація про товар. Направлення сканера на кодовий номер товару дозволяє зчитувати з нього інформацію та за допомогою під'єданого до нього калькулятора, в залежності від способу програмування системи, виводити на екран наявну кількість товару, що дозволяє визначити кількість товару, яку необхідно замовити. Інформація зі сканера передається на склад для формування замовлення на постачання товару у торговий зал.

У випадку постачання окремих видів товарів (продуктів харчування, лікєро-горілчаних виробів тощо) формування замовлення на постачання здійснює сам постачальник. Для цього він приймає на роботу агента, який працює в торговому залі споживача, здійснюючи контроль за рівнем запасів у споживача та оформляючи замовлення на ті товари, рівень яких нижчий допустимого. У випадку згоди споживача з умовами замовлення, сформованого агентом, споживач підписує його, після чого відбувається поставка.

Штрих-код – це графічна мітка, в якій за певними правилами закодована інформація, як правило, це алфавітно-цифровий код-ідентифікатор. Штрих-код створюють таким чином, щоб цю інформацію згодом можна було прочитати електронним пристроєм – сканером штрих-коду.

Зображення штрих – кодової мітки створюють на ПК за допомогою спеціальної програми.

Класифікація штрихових кодів

На сьогоднішній день виділяють два типи штрихових кодів: одномірні і двомірні.

Одномірний штрих – код можна зустріти на більшості товарів . Він являє собою ряд прямокутних смуг, розділених проміжками. Інформація в ньому міститься тільки в одному вимірі і може бути зчитана звичайним однопроменевим сканером.

Двовірний штриховий код можна зустріти на акцизних марках лікеро-горілчаної продукції. Такий штрих-код містить інформацію на всій площині штрих-коду відразу в двох вимірах. Двовірний штриховий код можна зчитати за допомогою спеціалізованих сканерів двовірних штрих-кодів.

У двовірних штрих-кодах можна закодувати істотно більший обсяг інформації, але через складність роботи з ними і значної вартості обладнання (сканерів двовірного штрих-коду або термінали збору даних) поки не скрізь застосовується.

Про системи штрихового кодування

На сьогоднішній день існує більше п'ятдесяти систем штрихового кодування. До найбільш популярних відносяться: EAN/UPC, Code39, Код < 2 з 5 > (Interleaved 2- of -5) і Codabar. У нашій країні і в Європі найбільше поширення отримав штрих-код EAN-13.

Штрих -код EAN

Штрих-код EAN складається з префікса, коду і контрольного символу. Розрізняють два типи штрихових кодів EAN: звичайний штрих-код, що привласнюється товарам промислового виробництва, і внутрішній штрих-код, що привласнюється товарам в межах одного підприємства.

Звичайний штрих-код можна побачити на упаковках багатьох товарів масового виробництва (наприклад, на пляшці СocaCola). Він містить код країни, код підприємства та код товару. Товарам, які мають різні споживчі властивості (сорт, вага, вид, номер забарвлення, номер моделі, упаковка і т.д.), призначають різні штрихові коди. Наприклад, штрих-код на пляшці СocaCola відрізняється від штрих-коду на упаковці пляшок СocaCola.

Внутрішній штрих-код може використовуватися тільки в межах одного підприємства, його наносять на упаковку штучного або вагового товару. Перший символ штрих - коду повинен бути цифрою 2, а другий символ-цифрою в діапазоні від 0 до 9. Підприємство може вибрати певне значення другого символу для позначення штучних товарів, а що залишилися використовувати для позначення вагових товарів. Штучний штрих-код містить тільки код товару, а ваговий штрих-код містить і код товару, і його вагу.

Перші 3 цифри – код країни, такі 4 цифри – код підприємства-виготовлювача або продавця, далі 5 цифр – код товару, і остання – цифра для контролю правильності сканування.



1. Код країни
2. Код виробника
3. Код товару
4. Контрольна цифра (цифра для контролю правильності сканування).
5. Знак товару, виготовленого по ліцензії

Для перевірки автентичності товару необхідно скласти всі цифри, що стоять на парних місцях, і отриману суму помножити на три. Потім скласти цифри з непарних місць, крім контрольної, і отриману суму додати до попередньої потроєної. Від результату відкинути першу цифру, а решту відняти від десяти - це і буде контрольна

цифра, і якщо вона не збігається з останньою цифрою у штрих-кодї, то товар є піддробкою.

За даними порталу споживачів [54].

5.6. Облік матеріальних запасів

З метою контролю за рухом матеріальних запасів на складах, тих що перебувають в процесі транспортування, тих, що втратили свою вартість, та тих, що зіпсовані, використовується складський та бухгалтерський їх облік.

Складський облік ведеться у вигляді інвентарного списку (карточки складського обліку). Карточка складського обліку застосовується для обліку руху матеріалів на складї за кожним сортом, видом та розміром, заповнюється на кожний номенклатурний номер матеріалу і ведеться матеріально відповідальною особою (комірником, зав. складом). Записи у картці виконують на підставі первинних прибутково-видаткових документів у день, коли відбувається операція.

Зразок картки затверджений наказом Міністерства статистики України від 21 червня 1996 р. № 193 «Про затвердження типових форм первинних облікових документів з обліку сировини та матеріалів»

Запитання та завдання

1. Надайте визначення поняття «товарно-матеріальні запаси».
2. Наведіть класифікацію запасів за ознаками місця їх знаходження, за функціями та за часом формування.
3. Охарактеризуйте рух матеріалів у штовхаючій та витягуючій системах просування запасів.
4. Які відмінності між максимальним, граничним та гарантійним запасами?
5. Охарактеризуйте рух матеріалів (готової продукції) у системі управління запасами з фіксованою величиною замовлення.
6. Охарактеризуйте рух матеріалів (готової продукції) у системі управління запасами з фіксованою періодичністю замовлення.
7. Охарактеризуйте рух матеріалів (готової продукції) у системі управління запасами із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня.
8. Охарактеризуйте рух матеріалів (готової продукції) у системі управління запасами «мінімум-максимум».
9. Як здійснюється контроль за рівнем матеріальних запасів?
10. Як здійснюється облік матеріальних запасів?

Тести для самоконтролю

1. До товарно-матеріальних запасів підприємства відносяться:

- а) матеріальні ресурси на складі постачальника, які не оплачені підприємством;
 - б) матеріальні ресурси на складі постачальника, які оплачені підприємством;
 - в) готова продукція на складі підприємства, яка оплачена споживачем.
-

2. Запаси, які забезпечують безперервність виробничого процесу між двома постачаннями, називаються:

- а) підготовчими;
 - б) гарантійними;
 - в) поточними.
-

3. Запаси сировини, які необхідні для додаткової їх підготовки перед використанням у виробництві, називаються:

- а) підготовчими;
 - б) гарантійними;
 - в) поточними.
-

4. Запаси, які призначені для безперервного постачання споживачеві у разі непередбачених обставин, називаються:

- а) підготовчими;
 - б) гарантійними;
 - в) поточними.
-

5. Запаси, які утворюються за умови сезонного характеру виробництва, називаються:

- а) підготовчими;
 - б) перехідними;
 - в) сезонними.
-

6. Залишки запасу матеріальних ресурсів на кінець одного року і початок іншого року, називаються:

- а) підготовчими;
 - б) перехідними;
 - в) сезонними.
-

7. Запаси, які створюються на період з моменту оплати виставленого постачальником рахунку до прибуття вантажу на склад підприємства, називаються:

- а) транспортними;
 - б) перехідними;
 - в) сезонними.
-

-
8. Найбільша величина економічно доцільного запасу називається:
- а) максимальним запасом;
 - б) граничним запасом;
 - в) гарантійним запасом;
-
9. Найменша кількість предметів праці для забезпечення безперервного виробництва (реалізації) продукції називається:
- а) максимальним запасом;
 - б) граничним запасом;
 - в) гарантійним запасом.
-
10. Запас, який забезпечує потребу в продукції (ресурсах або товарах) на час передбачуваної затримки постачання, називається:
- а) максимальним запасом;
 - б) граничним запасом;
 - в) гарантійним запасом.
-
11. У якій системі управління запасами розмір замовлення на поповнення запасу є постійною величиною:
- 1) з фіксованою величиною замовлення;
 - 2) із заданою періодичністю поповнення запасів;
 - 3) мінімум-максимум.
-
12. У якій системі управління запасами замовлення здійснюється через фіксований період часу:
- а) з фіксованою величиною замовлення;
 - б) із заданою періодичністю поповнення запасів;
 - в) мінімум-максимум.
-
13. У якій системі управління запасами контролюється періодичність та розмір замовлення:
- а) з фіксованою величиною замовлення;
 - б) із заданою періодичністю поповнення запасів;
 - в) із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня.
-
14. У якій системі управління запасами замовлення здійснюються у визначений період часу за умови, що їх залишки досягли граничного рівня:
- а) з фіксованою величиною замовлення;
 - б) мінімум-максимум;
 - в) із заданою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня.
-

6.1. Визначення способу задоволення потреби в складах та їх кількості

В процесі формування логістичної системи слід враховувати, що різні логістичні функції вимагають різної тривалості їх виконання, що призводить до необхідності зберігання матеріальних цінностей в період від завершення постачання до початку виробництва, або від виробництва до збуту продукції. Це обумовлює необхідність створення складських площ для накопичення матеріальних цінностей з метою забезпечення безперервного процесу виробництва або вчасного виконання замовлень споживачів.

Кожне підприємство самостійно обирає спосіб, яким воно задовольняє свою потребу в складських площах.

До основних стратегій, до яких найчастіше вдаються підприємства для визначення способу отримання складських послуг слід віднести такі:

1) *Будівництво власного складу.* У випадку застосування витягуючої системи виробництва, в основі якої лежить технологічний процес з чітким графіком випуску готової продукції, запаси не формуються або формуються в мінімальній кількості, що зумовлює або повну відсутність потреби в складах, або потребу в складах незначної площі.

У торгівлі використовується тип штовхаючої організації руху матеріальних потоків, який вимагає формування значних запасів продукції та зумовлює потребу в складських приміщеннях.

За умови використання штовхаючого способу організації руху матеріальних потоків як малі, середні, так і крупні підприємства віддають перевагу власному складу. Якщо малі та середні підприємства створюють склади універсального типу, то великі підприємства будують спеціалізовані склади, на яких зберігаються вхідні та вихідні матеріальні потоки.

2) *Оренда складу.* Оренду складу застосовують підприємства зі значними обсягами товарних потоків. Даний спосіб задоволення потреби у зберіганні запасів дає можливість підприємству економити на інвестиційних витратах, але змушує самостійно займатися складською логістикою, беручи на себе всі операційні витрати з утримання складу та проведення складських операцій. Орендатор бере на себе зобов'язання щодо виконання замовлення клієнта та ризик збереження запасу на складі.

3) *Передача складських функцій на аутсорсинг*. Аутсорсинг (англ. outsourcing) — передача підприємством складських функцій стороннім виконавцям на умовах субпідряду. Аутсорсинг логістичних послуг – скорочення або відмова від власного бізнес-процесу (як правило не профільного або не прибуткового) і передача частини або всіх логістичних функцій логістичним провайдером (3PL).

Доцільність використання аутсорсингу пов'язана зі зменшенням витрат на зберігання запасів.

В Цивільному кодексі передбачено оформлення аутсорсингу як договору відповідального зберігання. Тоді аутсорсинговий склад бере на себе всі витрати та всі ризики зі зберігання запасу.

В законодавствах багатьох країн для зберігання стандартних і однотипних видів продукції (будівельні матеріали, нафта, газ, хімічні речовини, мінеральні добрива тощо) передбачена можливість укладання контракту на зберігання матеріальних цінностей зі знеособленням. Однотипний товар від різних клієнтів, що передається на склад, зберігається не відокремлено, а разом з такими ж товарами інших клієнтів. Видача товару замовникові здійснюється за кількістю зданого товару.

Вибір способу задоволення своїх потреб у складських площах та кількість складів, необхідних для зберігання товарів, визначається сукупністю факторів, серед яких основними є:

1) обсяг матеріальних потоків. Кількість складів повинна бути такою, щоб забезпечити зберігання всього обсягу вантажів;

2) обсяг попиту на ринку збуту. Чим більшим є попит на товар на відповідному ринку, тим більшим є попит на складські площі;

3) концентрація споживачів на ринку. В місцях концентрації споживачів зростає попит на складські площі, що призводить до географічної нерівномірності розташування складів;

4) географічне розташування покупців та продавців на даному ринку. Чим більше географічно віддаленими є продавець та покупець, тим більше складів задіяно в ланцюгу постачання товару до покупця (транзитно-перевалочні, сортувально-накопичувальні тощо);

5) загальні витрати на утримання складу. З утриманням складу у підприємства виникають такі витрати:

а) постійні витрати на утримання складу. До таких витрат відносяться витрати, пов'язані з орендою складу (у випадку власного складу – амортизаційні відрахування), витрати на освітлення, на формування мікрокліматичних умов на складі (опалення, охолодження тощо), оплата праці працівників складу, амортизація складського

обладнання та складської техніки тощо. Чим більшою буде кількість складів, тим більшими будуть постійні витрати;

б) змінні витрати на зберігання вантажу на складі. До витрат на зберігання на складі відносяться витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи, внутрішньоскладське переміщення вантажів, витрати на пакування та маркування, витрати на комплектацію тощо. Отже, чим більша кількість складів і чим більша кількість вантажів на них зберігається, тим меншими будуть витрати на одиницю товару;

в) транспортні витрати. Збільшення кількості складів призводить до збільшення кількості вантажів, що транспортується. Тоді витрати на одиницю продукції зменшуються;

г) витрати від втрачених продажів. Втрачений продаж – це вартість відмов у продажі товару з причини його фізичної відсутності на складі в необхідний момент часу. Наявність більшої кількості складів дозволяє забезпечити швидке переміщення вантажів між складами, та відповідно, зменшити ризик відсутності товару на складі.

Залежність загальних витрат від кількості складів у логістичній системі показана на рис. 6.1.

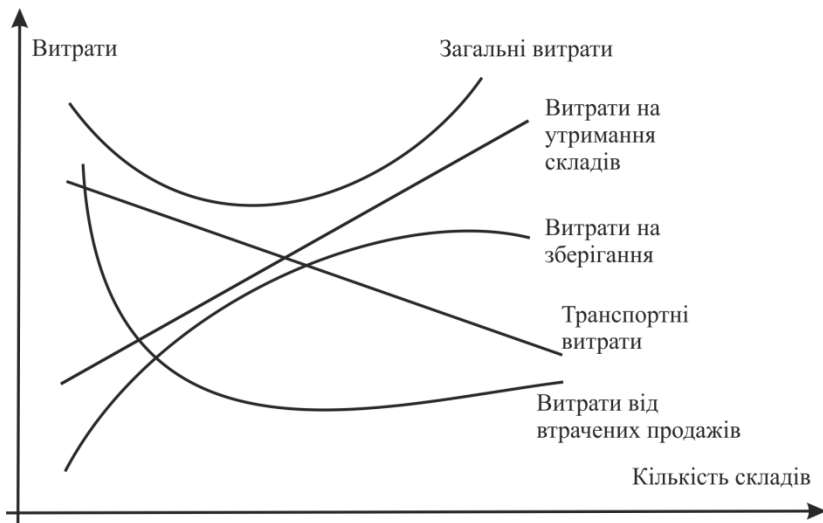


Рис. 6.1. Залежність загальних витрат від кількості складів

Графіки поведінки кожного із видів витрат на утримання складу дозволяють наочно представити графік поведінки сумарних

(загальних) витрат. За даними графіку загальних витрат, та кількість складів, яка відповідає мінімальним витратам на їх утримання, вважається доцільною, виходячи з критерію мінімальних витрат.

6.2. Фактори, які впливають на вибір місця розміщення складу

Місце розміщення складу повинно забезпечувати зручність як для всіх учасників логістичного процесу, так і зручність для виконання всіх логістичних операцій. Здебільшого постачання вантажу на склад здійснюватиметься великогабаритними вантажними автомобілями, а транспортування зі складу споживачеві малотоннажними автомобілями, тому склад повинен бути розміщеним в зручному місці та бути зручним для обслуговування різних видів транспорту.

На розміщення складу впливає сукупність факторів різної природи, основними серед яких є:

1. *Природні ресурси.* Серед сукупності природних ресурсів, які впливають на вибір місця розташування складу, важливе значення має наявність водопровідної мережі або інших джерел води та можливостей їх використання.

2. *Населення.* Серед загальної кількості населення щонайперше враховується кількість працездатного населення як потенційного ресурсу робочої сили.

3. *Наближеність мережі енергопостачання.* Наявність даного фактору обумовлена необхідністю їх використання для технологічних потреб, для приведення в дію машин та механізмів та на створення санітарно-гігієнічних умов праці.

4. *Податки та інше місцеве законодавство.* Мають важливе значення у тих країнах, де в кожному адміністративному окрузі існує автономна система оподаткування. Окрім того, необхідно врахувати місцеві правила будівництва, безпеки, висоту будівель, обмеження на типи будинків тощо.

5. *Транспортна мережа.* Перевага віддається місцям вздовж транспортної магістралі або на перетині двох або більше транспортних магістралей. Розміщення вздовж магістралі основних постачальників та покупців дозволить раціонально обрати місце розташування складу. Крім того, потребує вивчення оснащеність території іншими видами транспорту, в тому числі і громадського, від якого суттєво залежить доступність розподільного центру як для власного персоналу, так і для клієнтів.

6. *Транспортні витрати.* Віддаленість складу від постачальника або споживача збільшуватиме транспортні витрати, а відповідно і ціну реалізації товару.

7. *Наближеність споживачів.* Особливу значимість даний фактор має для реалізації товару з обмеженими термінами реалізації. Чим ближче склад до місця споживання продукції, тим вищою буде якість постачання.

8. *Плани місцевої влади.* Вибираючи ділянку, необхідно ознайомитися з планами місцевої адміністрації з використання прилеглих територій і переконатися у відсутності факторів, які згодом могли б мати стримуючий вплив на розвиток розподільного центру.

9. *Розмір і конфігурація ділянки.* Велика кількість транспортних засобів, які обслуговують вхідні та вихідні матеріальні потоки, вимагає достатньої площі для паркування, маневрування та проїзду. Відсутність таких площ призведе до заторів, втрати часу клієнтів. Необхідно взяти до уваги вимоги, що пред'являються службами пожежної охорони: на випадок пожежі до складів повинен бути вільний проїзд пожежної техніки.

Для ефективного функціонування розподільного центру на відведеній для нього ділянці необхідно організувати функціонування всіх інших елементів логістичного комплексу, так як недооцінка будь-якого з них може негативно позначитися на роботі всього центру. Зокрема, на території, що відводиться під склад, необхідно розмістити:

- адміністративно-побутові приміщення, що включають центральний офіс, їдальню, санітарно-побутові приміщення для робітників;
- пост охорони;
- пристрої для збору і обробки відходів;

10. *Витрати на благоустрій території та інші фактори.*

Для вибору складу на умовах оренди враховуються такі фактори:

- наявність під'їзних колій (залізнична гілка, траса, водна артерія – залежно від призначення) і комунікацій;
- наявність складського обладнання: кран-балка, тельфери, автотранспортувачі тощо;
- місце розташування будівлі;
- наявність системи опалення (залежно від умов зберігання товару);
- наявність підсобної робочої території (зручність для маневрів вантажівок, наявність рампи).
- поверховість складського приміщення (перевага віддається першому поверху і будівлям ангарного типу).

6.3. Методи вибору місця розміщення складу

У разі вибору будь-якого із методів розміщення складу обирається критерій, який є основним мірилом прийняття рішення щодо оцінювання місця його розміщення на відповідність виставленим вимогам. Для прийняття рішення щодо вибору місця розміщення складу можуть обиратися різні критерії, основними серед яких є:

- 1) мінімальні витрати на будівництво складу;
- 2) мінімальні витрати на обслуговування складу;
- 3) мінімальні приведені витрати;
- 4) мінімальні транспортні витрати на доставку товару до споживача;
- 5) висока якість виконання заявок споживачів;
- 6) швидкість доставки товару до споживача.

Вибір критерію залежить від сукупності факторів, а саме: збутової політики виробника, фінансових можливостей власника складу, типу споживчого ринку, стану конкуренції на ринку тощо.

Критерій мінімальних капітальних витрат використовується у випадку прийняття рішення щодо організації діяльності, пов'язаної з наданням складських послуг на новому складі. Розрахунок витрат на будівництво складу на декількох альтернативних місцях його розміщення дозволяє обрати те із географічних місць, витрати на будівництво складу в якому будуть мінімальними.

Капітальні витрати складаються із:

- 1) вартості будівельних робіт;
- 2) вартості санітарно-технічних робіт (вартості робіт з проведення електропроводок для освітлення; вартості робіт по проведенню водопроводу та каналізації; вартості робіт з обладнання вентиляції та системи опалення; вартості робіт з демонтажу будівель, конструкцій, на місці яких буде здійснено нове будівництво або реконструкція; вартості робіт по благоустрою території; вартості непередбачених робіт);
- 3) витрат на придбання обладнання та складської техніки (ціни придбання, витрат на їх транспортування, витрат на монтаж тощо).

Критерій мінімальних витрат на обслуговування складу використовується у випадку вибору із декількох існуючих складів.

До витрат на обслуговування складу відносяться паливно-енергетичні витрати (опалення, освітлення, створення відповідних кліматичних умов), витрати на оплату праці, нарахування на оплату праці, амортизація та ремонт основних засобів, адміністративні, витрати на збут, інші витрати.

Критерій мінімальних приведених витрат використовується для оцінювання всіх видів витрат, пов'язаних з організацією складської діяльності.

Приведені витрати – це сума поточних витрат і капітальних вкладень, приведених до одного часового періоду (наприклад, року).

$$B_n = \frac{KB}{T_o} + B_o + B_m \quad (6.1)$$

де, B_n – приведені витрати, грн; KB – капітальні витрати, грн; T_o – термін корисного використання складу, грн; B_o – витрати на обслуговування складу, грн; B_m – витрати на транспортування товару до споживача, грн.

Географічна віддаленість постачальника товару від споживача, географічна конфігурація місць розміщення складу, неповна завантаженість транспортних засобів стають основними причинами зростання транспортних витрат, що зумовлює додаткові витрати на збут та зростання ціни реалізації товару. Отже, для вибору місця розташування складу враховуються витрати на транспортування товару.

За критерієм мінімум транспортних витрат вибір місця розташування складу можливий з використанням декількох способів, кожний з яких, маючи переваги та недоліки, потребує додаткового коригування та внесення поправок з урахуванням впливу інших факторів, які визначають місце розташування складу (наближеність електроенергії, води, споживачів, робочої сили тощо).

Компанія для розподілу своєї продукції може використовувати один або декілька складів. Для визначення місця розташування одного складу використовують такі методи:

6.3.1. Метод визначення центру ваги

Суть його полягає в наступному: на мапу району з нанесеними місцями розташування споживачів компанії наносять координатну сітку. На основі даних про вантажообіг компанії з кожним із споживачів та координати споживачів на мапі за методом середньозваженої величини розраховуються координати розподільчого складу.

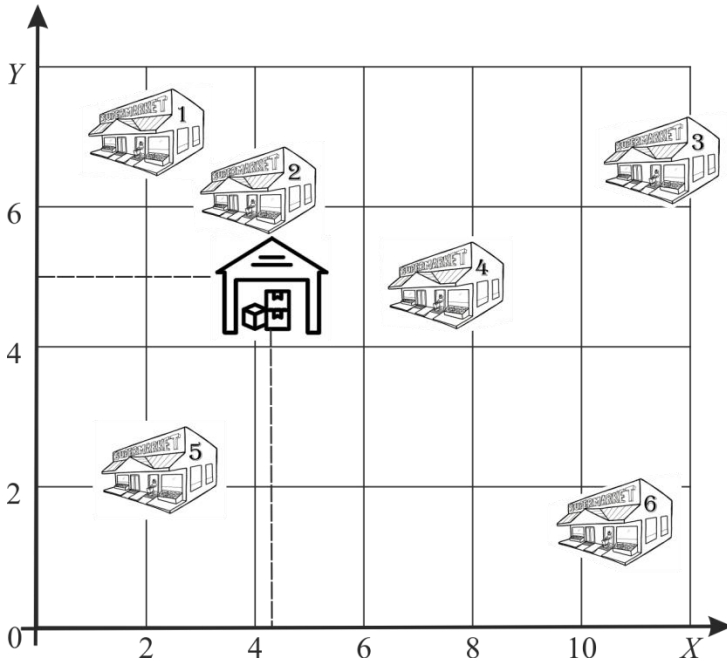


Рис. 6.2. План розташування споживачів та складу

Розрахунок центрів ваги (координат) місця розташування складу здійснюється за формулами:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i G_i}{\sum_{i=1}^n G_i}, \quad (6.2)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad (6.3)$$

де, X и Y – координати розподільчого складу; X_i и Y_i – координати i -го споживача, км; G_i – величина вантажопотоку від складу до i -го споживача, т; n – кількість споживачів.

Застосування описаного методу має деяке обмеження, оскільки на моделі відстань від пункту споживання матеріального потоку до місця розміщення розподільчого центру враховується по прямій («як літає

ворона»). У зв'язку з цим модельований район повинен мати розвинуту мережу доріг, оскільки в іншому випадку буде порушений основний принцип моделювання - принцип подібності моделі і модельованого об'єкта.

На реальній місцевості точка території, що забезпечує мінімум транспортної роботи з доставки, в загальному випадку не збігається зі знайденим на мапі центром ваги вантажопотоків, але, як правило, знаходиться десь недалеко.

Підібрати прийнятне місце для складу дозволить наступний аналіз можливих місць розміщення в околицях знайденого центру ваги.

Приклад 1. Компанія постачає продукцію шести магазинам. Визначити координати місця розташування складу, які з урахуванням кількості вантажів, які транспортуються до кожного із магазинів, забезпечать компанії найменші транспортні витрати.

Таблиця 6.1

Вихідні дані для визначення координат розподільчого складу

Показники	Номер магазину					
	1	2	3	4	5	6
G_i , т	10	3	12	7	15	2
X_i , км	2	4	10	8	2	11
Y_i , км	7	6	6	5	2	1

Оптимальні координати складу визначаються за формулою:

$$X = \frac{10 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 12 \cdot 10 + 7 \cdot 8 + 15 \cdot 2 + 2 \cdot 11}{10 + 3 + 12 + 7 + 15 + 2} = \frac{260}{49} = 5,3 \text{ км};$$

$$Y = \frac{10 \cdot 7 + 3 \cdot 6 + 12 \cdot 6 + 7 \cdot 5 + 15 \cdot 2 + 2 \cdot 1}{10 + 3 + 12 + 7 + 15 + 2} = \frac{227}{49} = 4,6 \text{ км}.$$

6.3.2. Визначення місця розташування розподільного центру методом пробної точки

Пропонований метод дозволяє визначити оптимальне місце розміщення розподільного складу в разі прямокутної конфігурації мережі автомобільних доріг на дільниці.

Суть методу полягає в послідовній перевірці кожного відрізка ділянки, що обслуговується, і складається з наступних етапів:

1) на мапі району наноситься координатна сітка паралельно транспортним магістралям, вздовж яких розташовані споживачі;

2) на осях X та Y проєктуються координати знаходження споживачів і формуються відрізки як відстані між двома найближчими споживачами;

3) вводиться поняття пробної точки відрізка, а також поняття лівого і правого по відношенню до цієї точки обсягу завезення товарів.

Лівий по відношенню до пробної точки обсяг завезення товарів – товаропотік до споживачів, розташованих на всій ділянці обслуговування ліворуч від цієї точки. Правий від пробної точки обсяг завезення товарів – товаропотік до споживачів, розташованих праворуч від неї;

4) починаючи з крайнього лівого відрізка обирається пробна точка, як точка початку і кінця обраного відрізка. Розраховуються сума обсягів завезення товарів до споживачів, що знаходяться ліворуч і праворуч від поставленої точки;

5) розрахунок обсягів завезення товарів до споживачів на кожному відрізку триває доти, поки не з'явиться точка, для якої сума обсягів завезення до споживачів з лівої сторони не перевищить суму обсягів завезення до споживачів з правої сторони. Це і є точка розміщення складу.

Приклад 2. Визначити місце розміщення розподільного складу за наступними вихідними даними у випадку прямолінійного розміщення споживачів.

Таблиця 6.2

		Магазини								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вантажопотік, тон		20	10	30	25	30	50	60	20	10

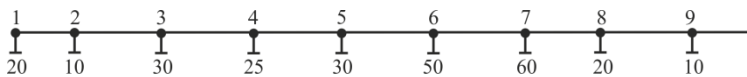


Рис. 6.3. Прямолінійне розташування споживачів

Таблиця 6.3

Розрахунок обсягу завезення товару до споживачів у лівій та правій пробній точці обраного відрізка

Відрізок	Обсяг завезення товару до споживачів у пробній точці обраного відрізка, т	
	лівій	правій
1-2	20	235
2-3	30	225
3-4	60	195
4-5	85	170
5-6	115	140
6-7	165	90
7-8	225	30
8-9	245	10

За даними розрахунку можна зробити висновок про можливість розташування розподільчого складу в точці 6. Розміщення складу в даній точці дозволить компанії досягти найменших транспортних витрат по доставці товарів до обраних споживачів.

Усі існуючі методи визначення розподільчого складу базуються на врахуванні існуючого або прогнозного вантажообігу з визначеною кількістю споживачів. У разі зміни структури споживачів та місць їх розташування точка оптимального розміщення розподільчого складу зміниться.

Приклад 3. Визначити місце розміщення розподільчого складу за наступними вихідними даними у випадку прямокутного розміщення споживачів.

Таблиця 6.4

Показники	Вихідні дані для розрахунку					
	Номер магазину					
	1	2	3	4	5	6
G_{i_j} , т	10	20	30	15	25	50
X_{i_j} , км	2	4	10	8	2	11
Y_{i_j} , км	7	6	6	5	2	1

Для визначення оптимального місця розміщення розподільчого складу методом пробної точки необхідно нанести на карту району координатну сітку, зорієнтовану паралельно дорогам (осі X і Y , км). Визначивши координати споживачів, необхідно на кожній координатній осі знайти методом пробної точки оптимальне місце розташування координати X і координати Y розподільчого складу (за осями X і Y , т).

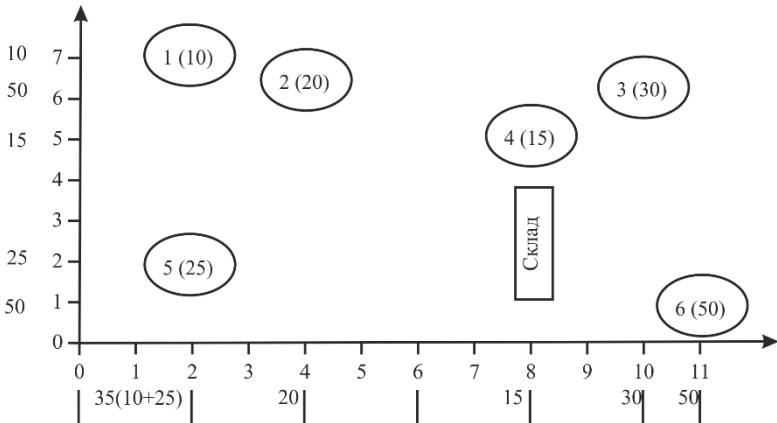


Рис. 6.4. Географічне та прямокутне розташування споживачів компанії

В даному прикладі пробна точка на осі X знаходиться в точці 8, на осі Y в будь-якій точці відрізка 2–5 (оскільки значення обсягу вантажопотоку ліворуч і праворуч відрізка дорівнюють 75 т).

6.3.3. Визначення місця розташування розподільчого складу методом перебору

Даний метод базується на використанні результатів пошуку координат розподільчого складу, отриманих методом центру ваги та методом пробної точки. Основні етапи використання даного методу:

1) визначаються дві точки розміщення розподільчого складу (методом центру ваги (точка № 1) та методом пробної точки (точка № 2));

2) розраховуються відстані від прогнозованого місця розташування розподільчого складу (точка № 1) до місць розташування споживачів даної компанії (магазинів, дилерів тощо);

3) визначається товарообіг даної компанії з кожним із споживачів;

4) розраховується сумарний вантажопотік даної компанії за умови розміщення розподільчого складу в точці № 1 шляхом множення товарообігу кожного із споживачів на відстань їх розташування від даного розподільчого складу (точки № 1);

5) обирається точка № 2 розміщення розподільчого складу і проводиться аналогічний розрахунок;

6) серед отриманих варіантів розміщення розподільчого складу обирається та точка, величина вантажообігу в якій буде мінімальною.

6.3.4. Метод «сітки»

Метод «сітки» орієнтований на визначення місця розташування складу з мінімальними транспортними витратами, що пов'язані з надходженням вантажу на склад від постачальників і відправлення зі складу клієнтам (споживачам). У разі використання даного методу на географічну карту з нанесеними на неї об'єктами, накладається сітка з горизонтальними та вертикальними координатами. Складається таблиця кожного об'єкту з вказівкою його координат, тарифу на транспортні перевезення (грн/км) і тоннажу, який перевозиться (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

**Вихідні дані для розрахунку місця розміщення складу
методом «сітки»**

	Координати, км		Транспортний тариф (Т), грн/(т·км)	Кількість вантажу (Q), т
	X	Y		
Постачальники складу (n_i)				
№ 1				
№ 2				
№ 3				
Клієнти складу (споживачі) (k_i)				
№ 1				
№ 1				
№ 3				
№ 4				

Центр вантажообігу, який відповідає мінімальним транспортним витратам, обирається за наступною формулою [56]:

$$X_y = \frac{\sum_{i=1}^m T_{Pi} X_{Pi} Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} X_{Ki} Q_{Ki}}{\sum_{i=1}^m T_{Pi} Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} Q_{Ki}}, \quad (6.4)$$

$$Y_y = \frac{\sum_{i=1}^m T_{Pi} Y_{Pi} Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} Y_{Ki} Q_{Ki}}{\sum_{i=1}^m T_{Pi} Q_{Pi} + \sum_{i=1}^n T_{Ki} Q_{Ki}}, \quad (6.5)$$

де, X_y, Y_y – центр маси або центр вантажообігу, т·км; T_{Pi} – транспортний тариф на перевезення від постачальника до складу, грн/(т·км); T_{Ki} – транспортний тариф на перевезення вантажу від складу до клієнта, грн/т·км; $X_{Pi}, X_{Ki}, Y_{Pi}, Y_{Ki}$ – відстань від початку координат до місця розміщення постачальників i клієнтів, км; Q_{Pi} – вага (об'єм) вантажу, що купується складом у i -го постачальника, т (m^3); Q_{Ki} – вага (об'єм) вантажу, який реалізований i -му клієнтові складу, т (m^3).

Приклад 4. Визначити місце розміщення розподільчого центру за наступними даними: на склад планується поставка від чотирьох постачальників і продаж зі складу трьома споживачам.

Транспортний тариф на поставку вантажу:

– від постачальника № 1 – 7,00 грн;

- від постачальника № 2 – 7,50 грн;
- від постачальника № 3 – 6,50 грн;
- від постачальника № 4 – 6,90 грн.

Транспортний тариф на доставку вантажу:

- споживачу № 1 – 7,1 грн;
- споживачу № 2 – 6,9 грн;
- споживачу № 3 – 7,3 грн.

Постачальники здійснюють поставку вантажу на склад в наступних обсягах:

- постачальник №1 – 250 т;
- постачальник №2 – 50 т;
- постачальник № 3 – 450 т;
- постачальник № 4 – 125 т.

Клієнтам реалізуються вантажі в наступних обсягах:

- споживачу № 1 – 55 т;
- споживачу № 2 – 125 т;
- споживачу № 3 – 345 т.

Накладання сітки координат на географічну карту з нанесеними на неї об'єктами дозволяє визначити координати місця розташування постачальників та споживачів вантажів зі складу.

Довільно обираємо масштаб місцезнаходження постачальників і споживачів і розраховуємо центр маси.

Таблиця 5.6

Координати розміщення постачальників та споживачів

	П1	П2	П3	П4	С1	С2	С3
x	10	30	27	31	18	34	15
y	25	12	45	17	13	27	29

Розрахунок:

1) розраховуємо сумарні витрати на транспортування вантажу від постачальників:

по осі X:

$$\sum_{i=1}^m T_{Pi} X_{Pi} Q_{Pi} = 7 \cdot 10 \cdot 250 + 7,5 \cdot 30 \cdot 50 + 6,5 \cdot 27 \cdot 450 + 6,9 \cdot 31 \cdot 125 = 134462,5;$$

$$\sum_{i=1}^n T_{Ki} X_{Ki} Q_{Ki} = 7,1 \cdot 18 \cdot 55 + 6,9 \cdot 34 \cdot 125 + 7,3 \cdot 15 \cdot 345 = 74131,5;$$

$$\sum_{i=1}^m T_{Pi} Q_{Pi} = 7 \cdot 250 + 7,5 \cdot 50 + 6,5 \cdot 450 + 6,9 \cdot 125 = 5912,5;$$

$$\sum_{i=1}^n T_{Ki} Q_{Ki} = 7,1 \cdot 55 + 6,9 \cdot 125 + 7,3 \cdot 345 = 3771,5;$$

$$X_y = \frac{134462,5 + 74131,5}{5912,5 + 3771,5} = 21,54.$$

по осі Y :

$$\sum_{i=1}^m T_{Pi} Y_{Pi} Q_{Pi} = 7 \cdot 25 \cdot 250 + 7,5 \cdot 12 \cdot 50 + 6,5 \cdot 45 \cdot 450 + 6,9 \cdot 17 \cdot 125 = 194537,5;$$

$$\sum_{i=1}^n T_{Ki} Y_{Ki} Q_{Ki} = 7,1 \cdot 13 \cdot 55 + 6,9 \cdot 27 \cdot 125 + 7,3 \cdot 29 \cdot 345 = 101400,5;$$

$$Y_{ij} = \frac{194537,5 + 101400,5}{5912,5 + 3771,5} = 30,56.$$

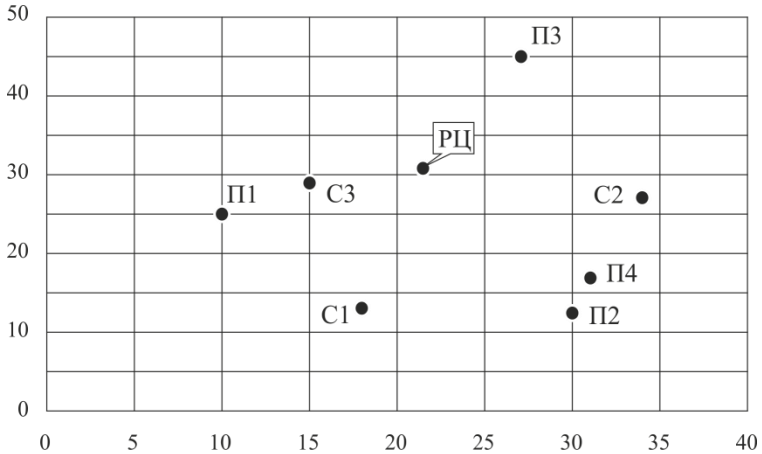


Рис. 6.5. Координати розміщення розподільчого центру

6.3.5. Методи програмування

За наявності дуже великої кількості споживачів використовують методи лінійного програмування, комбінаторний метод, методи динамічного програмування та інші методи.

У загальному випадку критерій оптимізації розміщення складу в територіальній зоні має вигляд:

$$Z_o(Q_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{ij} Q_{ij} \rightarrow \min, \quad (6.6)$$

де $Z_o(Q_{ij})$ – цільова функція мінімуму сумарних витрат за варіантом розміщення складів і прикріплених до них клієнтів; m – кількість клієнтів; n – кількість пунктів можливого розміщення складів; i – порядковий номер клієнта; j – порядковий номер пункту розташування складу; Z_{ij} – сумарні питомі витрати на доставку замовлення i -му клієнту з j -го складу (включаючи витрати на будівництво складу, розвиток транспорту, витрати на постачання і складську

вантажопереробку); Q_{ij} – величина річної поставки i -му клієнту з j -го місця розміщення складу, т/рік.

Сума всіх поставок з j -го складу клієнтам повинна дорівнювати річному вантажопотоку складу.

$$\sum_{j=1}^m Q_{ij} = Q_j, \quad (6.7)$$

де $Q_{ij} \geq 0$; $i = 1, 2, 3, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$.

Завдання вирішується згідно будь-якого відомого алгоритму транспортної задачі лінійного програмування.

Запитання та завдання

1. Охарактеризуйте переваги та недоліки існуючих способів задоволення потреби у складах.
2. Перерахуйте витрати, які пов'язані з утриманням складу.
3. Охарактеризуйте залежність кожного виду загальних витрат від кількості складів.
4. Наведіть перелік факторів, які впливають на вибір місця розміщення складу.
5. Які критерії вибору місця розміщення складу?
6. Які витрати входять до складу капітальних витрат на будівництво складу?
7. Дайте визначення приведених витрат та їх впливу на вибір місця розміщення складу.
8. Охарактеризуйте етапи застосування методу пробної точки для визначення місця розташування розподільного центру.
9. Охарактеризуйте етапи застосування методу центра ваги для визначення місця розташування розподільного центру.
10. Охарактеризуйте етапи застосування методу перебору для визначення місця розташування розподільного центру.
11. Охарактеризуйте етапи застосування методу сітки для визначення місця розташування розподільного центру.

Тести для самоконтролю

1. Що є критерієм вибору кількості складів?

- а) мінімізація витрат на утримання складу;
- б) забезпечення зберігання всього обсягу вантажів;
- в) максимізація доходу від надання складських послуг.

2. Попит на складські площі залежить від:

- а) попиту на товар на відповідному ринку;
 - б) витрат на доставку вантажу;
 - в) рівня конкуренції на відповідному ринку.
-