

## МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В ПОСТАЧАННІ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Виявлено необхідність ідентифікації видів витрат в сфері управління запасами матеріальних ресурсів на будівельному підприємстві. Встановлена необхідність проведення ABC/XYZ-аналізу потреби матеріальних ресурсів будівельного підприємства, що дозволяє групуванням асортиментних одиниць зменшити кількість використовуваних моделей для визначення величини замовлення, що, в свою чергу, дозволяє оптимізувати запаси. Ідентифікована доцільність використання результатів сіткового моделювання будівельного проекту з метою виявлення робіт, які лежать на критичному шляху і не мають резервів часу для виконання. Це дозволить сформувати додаткову групу асортиментних одиниць матеріальних ресурсів, до яких слід застосувати концепцію управління запасами just-in-time.*

*Ключові слова: матеріальні ресурси, моделі управління запасами, оптимальна партія поставки, будівельне підприємство.*

KRYKAVSKYY V. Y.

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

## INVENTORY MANAGEMENT MODEL IN THE SUPPLY OF BUILDING ENTERPRISE

*Revealed the need to identify types of costs in the management of inventory in the construction business. Established the need of conducting ABC / XYZ-analysis for determination the of need material resources construction company that allows grouping of units of product lines to reduce the number of models used to determine the value of the order, which in turn allows the optimizing inventory. Identified feasibility of using the results of simulation grid construction project to identify tasks that are on the critical path and do not have time for reserves. This will create additional group of unit's assortment of material resources to apply the concept of inventory control just-in-time.*

*Keywords: material resources, inventory management model, the optimal party supplies, building enterprise.*

**Постановка проблеми.** Ефективне управління запасами для багатьох підприємств України, особливо, будівельних, є великою проблемою. Саме ефективне планування поставок будівельних матеріалів і заходи щодо оптимізації запасів сприяють підвищенню ефективності реалізації проектів будівництва. Тому на часі аналізування існуючих моделей управління запасами і ідентифікація тих, які доцільно використовувати в сфері постачання будівельного підприємства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні в світі опубліковано величезна кількість наукової літератури, що стосується проблем управління запасами на підприємстві і в ланцюгах поставок. В розвиток управління запасами свій вклад внесли такі світові і вітчизняні вчені, як А.М. Гаджинський, М.П. Гордон, М. Крістофер, В.С. Перебийніс [2], М. Дж. Р. Сток [3], Д. Уотерс [4], Р.Б. Чейз [6], Дж. Шрайбфедер [8], І. А. Бондарева [7] та багато інших.

Найбільш відомими методами планування поставок і пов'язаних з ними запасами є «партія за партією» (англ.: Lot for Lot) [1], алгоритм Вагнера – Вітіна (англ.: Wagner–Whitin Algorithm) [19], метод економічного розміру замовлення (Economic Order Quantity – EOQ) [4], метод найменших питомих витрат (англ.: Leas Unit Cost) [5], метод найменших загальних витрат (англ.: Least Tota Cost Heuristic) [8], метод Сільвера-Міла (англ.: Silver-Meal) [6, 17]. Проведені розрахунки з використанням цих методів свідчать, що ефективність кожного методу є різною і потребує обчислень в кожному конкретному випадку, так як прослідковується залежність їх ефективності від горизонту планування.

Традиційно моделі управління запасами використовуються для точного визначення розміру партії поставок або визначення часу здійснення замовлення матеріальних ресурсів. В кожній з відомих моделей розглядають поставку конкретного виду матеріального ресурсу, хоча є розроблені багатопродуктові моделі управління запасами [5].

**Формулювання цілей статті.** Метою даного дослідження є виявлення основних моделей і методів управління запасами, які найбільш придатні для використання в постачанні будівельного підприємства, що обумовлено значною питомою вагою в структурі виробничих витрат вартості будівельних матеріалів і їх запасів.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Особливості будівництва об'єкту (зміна в часі обсягу виконаних робіт, вплив сезонності, залежність від погодних умов) впливають на нерівномірне використання будівельних ресурсів. У багатьох випадках при плануванні запасів матеріальних ресурсів і їх оптимізації

будівельним підприємствам слід використовувати оптимізаційні моделі, які застосовують у великосерійному виробництві промислової продукції, для якого характерним є коливання попиту на певні матеріальні ресурси, що пов'язано з переналадкою виробничого устаткування.

Прийmemo, що запас в сфері постачання будівельного підприємства це – специфічна кількість матеріального ресурсу, що знаходиться на підприємстві (наприклад, на складі або в конкретно відведеному місці на будівельному майданчику), який використовується для споживання при будівництві. Це матеріальні ресурси, які закуплені підприємством в обсязі, що перевищує їх потребу для реалізації конкретної діяльності в конкретний час. Тому метою управління запасами конкретної асортиментної позиції матеріального ресурсу є мінімізація витрат на їх утримання і підтримання оптимального рівня обслуговування потреби на них.

Існуючі моделі управління запасами ґрунтуються на взаємозалежності двох процесів: планування виробництва і формування запасів необхідних ресурсів, що спричинило виділення двох підходів [10] до їх побудови:

1. Фіксується рівень запасів, а потім розробляють виробничі плани таким чином, щоб цей рівень постійно зберігався.

2. Вихідним пунктом є розроблення виробничого плану, з якого і виникає необхідність забезпечення його виконання певним рівнем запасу, величину якого збільшують на плановий рівень страхового запасу.

На рис. 1 надано основні сфери витрат, які необхідно враховувати в управлінні запасами матеріальних ресурсів на будівельному підприємстві.

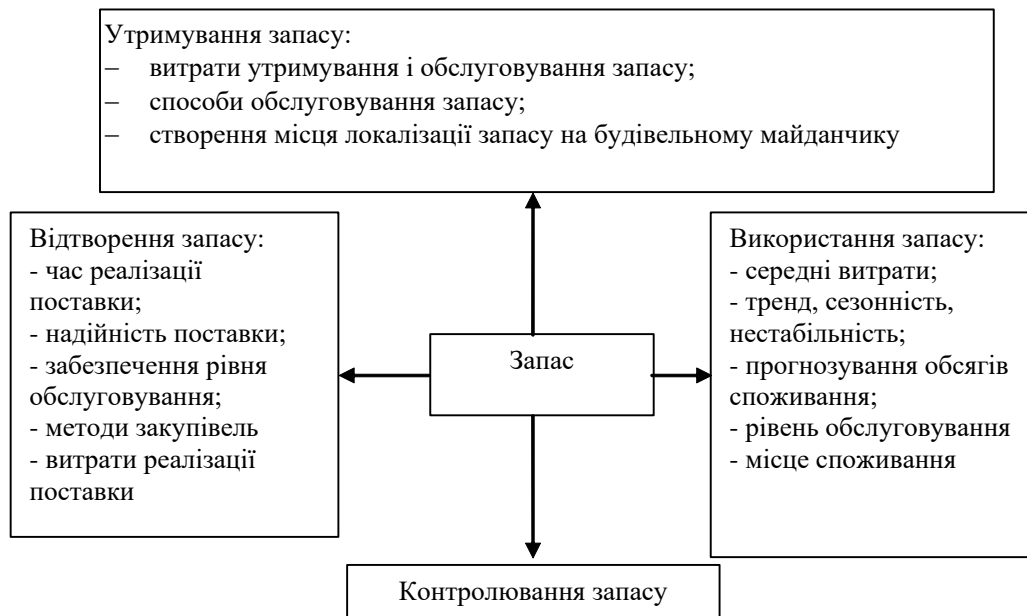


Рис. 1. Ідентифікація витрат в сфері управління запасами матеріальних ресурсів на будівельному підприємстві (джерело: на підставі [18])

Витрати запасів поділяють на постійні, які пов'язані з інфраструктурою процесу закупівель і підготовчим процесом їх здійснення. Змінні витрати – це витрати діяльності, пов'язаної з формуванням замовлення, здійсненням закупівлі і транспортуванням, а також зберіганням на власних складах.

Витрати контролю можуть бути як постійні, що пов'язані з балансами, річною бухгалтерською звітністю, а також змінні, якщо вони відносяться до окремих транзакцій.

В класичних моделях управління запасами алгоритми визначення двох основних параметрів, тобто розміру партії (поставки) і періоду між здійсненням замовлень, ґрунтуються на пошуку мінімального значення функції загальних витрат системи, яку можна подати у вигляді [11]:

$$C = K_1 * C_1 + K_2 * C_2 + K_3 * C_3,$$

де  $C$  – загальні витрати, що пов'язані з запасами,  $C_1$  – витрати зайвих запасів,  $C_2$  – витрати відсутності запасів,  $C_3$  – витрати замовлення,  $K_i$  – коефіцієнти, що залежать від інших параметрів моделі, що пов'язано з структурою запасів, які поділяють на поточні, страхові і зайві.

Альтернативою до методів управління запасами є стратегія just-in-time (укр.: точно, своєчасно), суть якої полягає в забезпеченні будівництва необхідним матеріальним ресурсом з нульовим запасом або майже без нього, тобто поставка матеріального ресурсу здійснюється саме тоді, коли є потреба в ньому.

В системі планування матеріальних потреб (MRP) для визначення розміру партії використовують методи:

1. Фіксований розмір партії (фіксований обсяг замовлення).
2. Економічний розмір партії (економічний обсяг замовлення).
3. «Партія до партії» (англ.: Lot for Lot).
4. Фіксоване число інтервалів.
5. Постійний цикл замовлення.
6. Модель рівня замовлення.
7. Найнижча собівартість одиниці продукції (Least unit cost).
8. Найнижчі загальні витрати (Least total cost).

У теорії управління запасами розроблені моделі дозволяють знизити витрати запасів. У більшості моделей в якості критерію оцінювання використовуються функції витрат (формування, реалізація замовлення та утримання запасів). До класичних моделей запасів при неперервному в часі попиті (споживанні) відносяться модель рівня замовлення (англ.: ROP – Re-order Point) і модель циклу замовлення (англ.: ROC – Re-order Cycle). В моделі ROP визначається оптимальний розмір партії закупівлі та рівень запасу, при якому необхідно здійснити нове замовлення. У моделі замовлення ROC замовлення реалізуються у встановленому порядку, але визначальною є величина встановленого рівня запасу.

Припускаючи, що попит на ресурс реалізується у встановлені інтервали часу (час дискретний), то слід використовувати модель Вагнера – Вітіна [19] або модель метод Сільвера-Міла [6]. В моделі Вагнера – Вітіна в основу оптимальної політики формування замовлення (момент часу і розмір замовлення в цей момент) покладено принцип оптимальності Беллмана і розв'язується задача динамічного програмування, в якій за критерій прийнято розмір загальних витрат замовлення і підтримки запасів. Оптимальна політика формування замовлення в моделі Сільвера-Міла визначається на основі критерію мінімізації загальної вартості запасів в одиницю часу.

Утримання і відтворення запасу на будівельному підприємстві потребує проведення аналізу такого змісту: визначення обсягу поточної потреби споживання запасу, проведення прогнозування потреби запасу, встановлення циклу його поповнення і рівня обслуговування. Важливим є визначення рівня витрат на технічне обслуговування і поповнення необхідних засобів праці для підтримки процесу будівництва.

Поділ запасів матеріальних ресурсів, що є актуальним для будівельного підприємства, здійснюють за різними характеристиками. Найчастіше за призначенням (наприклад, спекулятивний, страховий, сезонний, стратегічний тощо); за нормами (наприклад, максимальний, мінімальний, страховий) [12].

До основних інструментів в оперативному управлінні запасами на будівництві можемо віднести розроблення фінансових планів щодо забезпечення потреби в матеріальних ресурсах, нормування запасів матеріальних ресурсів; врахування існуючих обмежень при їх закупівлях; контролювання замовлень з точки зору величини запасів і термінів їх виконання, проведення поточного контролю стану запасів; періодичне (в кінці декади, частіше місяця) проведення інвентаризації запасів з метою виявлення зайвих.

На будівельних об'єктах часто створюють пункти складування і розподілу матеріальних ресурсів з метою задоволення попиту на конкретні матеріали в необхідному обсязі і в необхідний час, то планування запасів здійснюється таким чином, щоб встановити стан запасів кожної асортиментної одиниці, рівень страхових і зайвих запасів. З цією метою аналізують показники запасів і їх поточну структуру. Наявність великої кількості асортиментних одиниць матеріальних ресурсів вимагає проведення ABC/XYZ-аналізу, що дозволяє внаслідок групування асортиментних одиниць зменшити кількість моделей управління запасами і визначити найбільш оптимальні для використання.

Процедура поділу одиниць матеріальних ресурсів за методом ABC включає наступні етапи [14]:

1. Розрахунок річної вартості споживання кожної асортиментної одиниці.
2. Сортування обсягів їх споживання в порядку убавання.
3. Сумування значень всіх елементів.
4. Розрахунок частки кожного елемента в загальній вартості.
5. Розрахунок скумуляованих часток у відсотках.
6. Здійснення поділу одиниць ресурсу на групи А, В і С.

80% вартості ресурсів споживання визначають приблизно 20% позицій, які формують групу А. Наступні 15% позицій споживання відносяться до групи В, а решта позицій створюють групу С.

Для будівельних підприємств внаслідок впливу сезонності, достатньо великої тривалості будівництва і нерівномірності споживання конкретної асортиментної одиниці в будівництві об'єкту доцільно розраховувати споживання асортиментної одиниці в коротші проміжки часу (місяць, квартал). Для будівництва характерним є, що попит на конкретний матеріальний ресурс залежить від стадії будівництва.

Далі доцільно провести XYZ-аналіз, що дозволяє здійснити поділ матеріальних ресурсів на групи:

Група X – регулярний попит, невеликі коливання, висока точність прогнозування (коефіцієнт варіації <20%).

Група Y – стійка тенденція споживання, середня точність прогнозу (коефіцієнт варіації 20-50%).

Група Z – нерегулярне споживання, низька точність прогнозування (коефіцієнт варіації > 50%).

Виходячи з проведеного аналізу, для кожної із груп ABC/XYZ-аналізу потреби матеріальних ресурсів доцільно встановити конкретну модель визначення величини замовлення, що в свою чергу дозволить оптимізувати їх запаси. На рис. 2 запропоновано один із варіантів використання моделей для конкретних асортиментних одиниць будівельного об'єктів.

Використання будівельним підприємством сіткового моделювання для планування робіт проекту дозволяє виявити роботи, які лежать на критичному шляху і які не мають резервів часу для їх виконання. Це, в свою чергу, дозволяє ідентифікувати роботи, для виконання яких потреба в конкретних асортиментних одиницях не належить до групи AX. Тобто може виявитись додаткова група одиниць матеріальних ресурсів, до яких потрібно буде застосовувати концепцію just-in-time (укр.: точно, своєчасно) і модель управління замовленнями «партія до партії».

Точність прогнозування потреби	Рівень потреби матеріального ресурсу		
	Високий рівень споживання Група А	Середній рівень споживання Група В	Низький рівень споживання Група С
Висока точність прогнозування Група X	Just – синхронізація поставок (метод «партія до партії»)	Економічна величина замовлення (англ.: (EOQ – Economic Order Quantity)	ROP
Середня точність прогнозування Група Y	EOQ	EOQ	FOQ
Низька точність прогнозування Група Z	метод «партія до партії»	Стала (фіксована) величина замовлення (англ.: FOQ – Fixed Order Quantity)	Постійний перегляд потреби в матеріальному ресурсі

Рис. 2. ABC/XYZ-класифікація потреби в базисних матеріалах будівельного об'єкту  
(джерело: розроблено автором на підставі [15, с. 122])

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** 1. Ідентифіковано види витрат в сфері управління запасами матеріальних ресурсів на будівельному підприємстві. 2. Проведено ABC/XYZ-аналіз потреби матеріальних ресурсів будівельного підприємства, що дозволило через групування асортиментних одиниць зменшити кількість використовуваних моделей для визначення величини замовлення, що, в свою чергу, дозволяє оптимізувати їх запаси. 3. Запропоновано доцільність використання сіткового моделювання будівельного проекту з метою виявлення робіт, які не мають резервів часу для вчасного виконання, щоб до матеріальних одиниць, в яких є потреба, додатково застосувати концепцію just-in-time.

### Література

1. Гришко С.В. Экономико-математическая модель управления торговыми запасами / С.В. Гришко, Е.В. Пересада // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: Проблеми теорії і практики. – 2008. – № 3(3). – С. 38–50.
2. Перебийніс В. І. Логістичне управління запасами на підприємствах : монографія / В. І. Перебийніс, Я. А. Дроботя. – Полтава : ПУЕТ, 2012. – 279 с. – ISBN 978-966-184-156-6
3. Сток Дж. Р. Стратегическое управление логистикой : [учебник] / Дж. Р. Сток, Д. М. Ламберт ; пер. с англ. В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 797 с.

4. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок / Дональд Уотерс ; пер. с англ. В. Н. Егорова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.
5. Управление запасами в цепях поставок : учеб. пособие / [Бадокин О.В., Лукинский В.В., Малевич Ю.В., Степанова А.С., Шульженко Т.Г.] ; под общ. и научн. ред. В.С. Лукинского. – СПб : СПбГИЭУ, 2010. – 372 с.
6. Чейз Р.Б. Производственный и операционный менеджмент / Р.Б. Чейз, Ф.Р. Джейкобз, Н.Дж. Аквилано ; пер. с англ. – 10-е изд. – М.; СПб.; Киев : ИД "Вильямс", 2008. – 1184 с.
7. Швец И. Б. Управление производственными запасами на предприятии : [монография] / И. Б. Швец, И. А. Бондарева. – Донецк : НАН України, ИЕП, 2003. – 182 с.
8. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.
9. Шульга А. В. Системи та моделі управління запасами підприємства / А. В. Шульга, К. В. Образцова // Збірник наукових праць. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – Вип. 3: Проблеми економіки транспорту. – С. 70–73.
10. Bonney M. C., 1992, Trends in inventory management, Int. J. Prod. Econ., Vol. 35, Elsevier.
11. Carlson J. G. (1987), Just-in-Time in quick time, Proceedings of the 2nd International.
12. Fertsch M. (red.) (2006), Słownik terminologii logistycznej, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, s. 236–237.
13. Gontareva I.V. Criteria for managing material resources stock at industrial enterprises / I.V. Gontareva, S. Krokmal, O. Dorokhov // Montenegrin journal of economics. – December 2014. – Vol. 10. – №. 2. – P. 71–78.
14. Krzyżaniak S. (2005), Podstawy zarządzania zapasami w przykładach, Biblioteka logistyka, ILiM, Poznań.
15. Logistyka ponad granicami. – Pod. red. St. Abta. Poznań, 2000.
16. Sarjusz-Wolski Z. (2000), Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie, PWE, Warszawa.
17. Silver E.A. (1977). A simple replenishment rule for a linear trend in demand. "European Journal of Operational Research", No. 1, s. 365–367.
18. Śliwczynski B. (2007). Controlling w zarządzaniu logistyką, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007, s. 126.
19. Wagner H.M., Within T.M.: Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. "Management Science", No. 5, 1958, s. 88–96.

Надійшла 04.11.2016; стаття прорецензована редакційною колегією