



Владислав Лукинский,
Санкт-Петербургский филиал
Национального исследовательского
университета
«Высшая школа экономики»,
д.э.н., профессор департамента менеджмента



Александр Маевский,
Санкт-Петербургский филиал
Национального исследовательского
университета
«Высшая школа экономики»,
к.э.н., доцент департамента
логистики и управления цепями поставок

КОНЦЕПЦИЯ MRP: ВЫБОР СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Часть II

Аннотация. В статье рассмотрены основные методы управления запасами (УЗ) при зависимом спросе. Проведенный анализ показал, что полученные результаты дискуссионны и не позволяют однозначно выбрать оптимальную стратегию УЗ. Для решения проблемы выбора были проведены расчеты с использованием основных стратегий управления: «партия за партией»; «фиксированный период заказа», «экономичный размер заказа»; «наименьшие удельные издержки»; «наименьшие общие затраты»; «общие затраты за период». Базой для проведения сравнительных расчетов послужили данные из литературных источников и собственные материалы авторов. Сопоставление полученных результатов позволило определить наилучшую стратегию с точки зрения минимальных затрат.

Ключевые слова. Логистические концепции, планирование потребности в материалах, стратегии управления запасами, зависимый спрос.

Annotation. The article examines the main inventory management methods at dependent demand; the analysis showed that the results are debatable and, in fact, do not allow definitely choose the optimal inventory management strategy; to solve the problem calculations were carried out using the basic management strategies; data from the literature and the authors' own materials were used for comparative calculations; comparison of the obtained results allowed to determine the best strategy in terms of minimum cost.

Key words. Logistics concepts, material requirements planning, inventory management strategies, dependent demand.

4. Выбор стратегии управления запасами при зависимом спросе

Систематизация и анализ большого количества материалов, посвященных MRP-системам, к сожалению, не дают ответа на главный вопрос: какая стратегия наиболее эффективна с точки зрения минимизации общих затрат?

Один из возможных подходов состоит в том, чтобы выполнить расчеты на основе разных вариантов исходных данных для наиболее часто используемых стратегий и опре-

делить наилучшую из них согласно выбранному критерию. Очевидно, что для повышения объективности и достоверности все расчеты должны быть выполнены по унифицированной методике, основные положения которой изложены в разделе 2.

Рассмотрим последовательность расчетов для различных стратегий на основе данных о плановой потребности о поставках изделий за период $T = 8$ недель (табл. 1). В этой же таблице приведены основные параметры, необходимые для проведения расчетов по формулам (1)–(7).

Стратегия LFL. Согласно данной стратегии затраты на хранение равны нулю ($C_x = 0$), и общие затраты определяются количеством поставок, т.е. $C_z = C_3 \cdot N = 1000 \cdot 8 = 8000$ руб.

Стратегия POQ. Допустим, что периодичность поставок составляет 2 недели. Таким образом, число поставок $N = 4$, затраты на заказ составляют 4000 руб.

При расчете затрат на хранение в моделях MRP принято, что спрос каждого i -го периода удовлетворяется полностью в начале этого периода. Это означает, что при поставке

Таблица 1.

Исходные данные для выбора оптимальной стратегии в MRP-системе

Параметры	Номер периода, недели							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Плановая потребность Q_i , ед./неделя	50	70	80	60	40	75	45	60
Затраты на заказ (пусконаладочные работы) C_3 , руб.	1000							
Потребность в плановый период A , ед.	480							
Затраты на хранение единицы продукции C_x , руб./ед. в неделю	2,9							

на два периода ($Q_1 + Q_2$) изделий в первом периоде затраты на хранение учитываются только для количества изделий, равного Q_2 , а для изделий, входящих в число Q_1 (потребность в первом периоде), затраты на хранение равны нулю.

Аналогично при поставках на три периода ($Q_1 + Q_2 + Q_3$) затраты на хранение в первом периоде рассчитываются для количества изделий ($Q_2 + Q_3$), а во втором периоде – только для Q_3 , т.е. $C_{x3} = C_x (2Q_2 + Q_3)$.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Стратегия LTC. В табл. 3 и 4 приведены результаты промежуточных и итоговых расчетов согласно модели наименьших общих затрат, формула (3). Из таблицы 3 следует, что минимальная разность затрат на заказ и хранение наблюдается на 4-й неделе и равна $\Delta_4 = |-189| = 189$ руб., поскольку на 5-й неделе эта разность возрастает до $\Delta_5 = 653$ руб. Таким образом, первая поставка должна включать плановые потребности $N = 260$ ед. (с 1-й по 4-ю неделю); вторая поставка – $N = 220$ ед., поскольку, начиная с 5-й недели, величина Δ уменьшается и достигает нуля (8-я неделя).

Стратегия LUC. Последовательность промежуточных расчетов аналогична стратегии LTC, но выбор границ каждой из поставок, включающих несколько недель, производится с учетом зависимости (1), т.е. по минимуму удельных затрат. Выполненные расчеты показали (табл. 5), что для рассматриваемого примера минимум общих затрат будет достигнут при трех поставках: первая поставка $N_1 = 200$ ед. (с 1-й по 3-ю неделю включительно); вторая поставка $N_2 = 220$ ед. (с 4-й по 7-ю неделю); третья поставка $N_3 = 60$ ед. (8-я неделя).

Стратегия TCU (метод Сильвера-Мила). Данная стратегия отличается от стратегии LUC только тем, что в качестве критерия используется

Таблица 2.

Стратегия POQ: расчет общих затрат

Период, неделя, i	Потребность, ед., Q_i	Величина заказа, ед.	Запас на складе, ед.	Затраты на хранение, руб.	Затраты на заказ, руб.	Общие затраты, руб.
1	50	120	70	203	1000	1203
2	70	0	0	0	0	0
3	80	140	60	174	1000	1174
4	60	0	0	0	0	0
5	40	115	75	217	1000	1217
6	75	0	0	0	0	0
7	45	105	60	174	1000	1174
8	60	0	0	0	0	0
Итого	480	–	–	768	4000	4768

Таблица 3.

Стратегия LTC: результаты промежуточных расчетов

Период, неделя, i	Потребность, ед., Q_i	Расчетный блок, недели, k	Затраты на заказ, C_3 , руб.	Величина заказа, Q_k , ед.	Затраты на хранение, C_{xk} , руб.	Δ , руб, формула (3)	Общие затраты, $C_{\Sigma k}$, руб.
1	50	1	1000	50	0	1000	1000
2	70	1–2	1000	120	203	797	1203
3	80	1–3	1000	200	667	333	1667
4	60	1–4	1000	260	1189	189	2189
5	40	1–5	1000	300	1659	653	2653
6	75	1–6	1000	375	2189	218	3189
7	45	1–7	1000	400	2589	522	3589
8	60	1–8	1000	400	2800	0	3800
Итого	480		2000		2189		4189

отношение общих затрат к количеству периодов k , объединенных в одну поставку, формула (4).

В табл. 6 приведены результаты итоговых расчетов для данной стратегии, из которых видно, что минимум затрат достигается при двух поставках: первой (включает с 1-й по 5-ю неделю) и второй (с 6-й по 8-ю неделю).

Систематизированные результаты из различных источников (табл. 7), включающие шесть стратегий, позволяют сделать следующие выводы.

1. Общие затраты, включающие затраты на заказ (пусконаладочные работы) и хранение планируемых поставок, существенно различаются в зависимости от выбранной стратегии управления зависимым спросом:

Таблица 4.

Стратегия LTC: итоговые результаты расчета

Период, неделя, i	Потребность, ед., Q_i	Величина заказа, Q_k , ед.	Запас на складе, ед.	Затраты на хранение, руб.	Затраты на заказ, руб.	Общие затраты, руб.
1	50	260	210	609	1000	1609
2	70	0	140	406	0	406
3	80	0	60	174	0	174
4	60	0	0	0	0	0
5	40	220	180	521	1000	1521
6	75	0	105	305	0	305
7	45	0	60	174	0	174
8	60	0	0	0	0	0
Итого	480			2189	2000	4189

Таблица 5.

Стратегия LUC: итоговые результаты расчета

Период, неделя, i	Потребность, ед., Q_i	Величина заказа, Q_k , ед.	Запас на складе, ед.	Затраты на хранение, руб.	Затраты на заказ, руб.	Общие затраты, руб.
1	50	200	150	435	1000	1435
2	70	0	80	232	0	232
3	80	0	0	0	0	0
4	60	220	160	464	0	1164
5	40	0	120	348	1000	348
6	75	0	45	130	0	130
7	45	0	0	0	0	0
8	60	60	0	0	1000	1000
Итого	480			1609	3000	4609

Таблица 6.

Стратегия TCU (метод Сильвера–Мила)

Период, неделя, i	Потребность, ед., Q_i	Величина заказа, Q_k , ед.	Запас на складе, ед.	Затраты на хранение, руб.	Затраты на заказ, руб.	Общие затраты, руб.
1	50	300	250	725	1000	1725
2	70	0	180	522	0	522
3	80	0	100	290	0	290
4	60	0	40	116	0	116
5	40	0	0	0	0	0
6	75	180	105	305	1000	1305
7	45	0	60	174	0	174
8	60	0	0	0	0	0
Итого	480			2132	2000	4132

Таблица 7. Результаты расчетов общих затрат для различных стратегий в MRP-системах

Источник	Единица измерения	LFL	Стратегии				
			POQ	EOQ	LTC	LUC	TCU
[17]	у.е.	40,95*	31,05*	23,3*	21,05	20,45	21,75*
[18]	долл.	700	625*	775	490	565*	535*
[10]	долл.	185	167,5*	200*	152,5	–	142,5*
[4]	долл.	376	200,5*	171,5	140,5	153,5	131,0*
[21]	тыс. руб.	60	37,9	36,1	36,2	35,0	36,7
[11]	тыс. руб.	9,6	5,33	4,30	3,87	3,91	3,87
Результаты расчетов (раздел 4, табл. 9–13)	тыс. руб.	8,00	4,76	4,70	4,19	4,61	4,13

Примечание. Варианты, рассчитанные по данным первоисточника.

затраты, рассчитанные на основе эмпирических стратегий (LFL, POQ), превосходят затраты, рассчитанные на основе экономических критериев (LTC, LUC, TUC), в среднем в два раза.

2. В четырех из семи приведенных в табл. 7 примеров лучшей с точки зрения минимума общих затрат является стратегия TCU (метод Сильвера–Мила). Однако отдать предпочтение какой-либо из экономических стратегий затруднительно, учитывая, что разность между величинами минимальных затрат в некоторых вариантах незначительна.

3. Стратегия EOQ по величине общих затрат находится между эмпирическими и экономическими стратегиями, но в некоторых случаях дает максимальные оценки. Следует также учесть, что выбор партии поставки согласно стратегии EOQ может привести к появлению дефицита.

4. Дальнейшее развитие методов управления запасами при зависимом спросе возможно по двум направлениям: первое – стратегия, основанная на динамическом программировании (модель Вагнера–Витина); второе – совершенствование существующих подходов с учетом всевозможных ограничений и страхового запаса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Axsäter S. Inventory control. 2nd ed. – New York: Springer Science + Business Media, 2006.
2. Ballou R. Business logistics Management. – New York: Prentice-Hall International, Inc, 1999.
3. Bowersox D. and Closs D. Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process. – New York: McGraw-Hill Companies, Inc, 1996.

4. Chase R., Aquilano N., Jacobs F. Production and operations management. 8th ed. – Irwin, McGraw-Hill Companies, Inc, 1998.
5. Christopher M. Logistics and supply chain management. 4th ed. – Harlow: Pearson Education Limited, 2011.
6. Coyle J., Bardi E., Langley C. The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective, 7-th ed. – South-Western Thomson Learning, 2003.
7. Heizer J., Render B. Operations Management. 10th ed. – Edinburgh Gate Harlow England: Pearson Education Limited, 2011.
8. Jonsson P. Logistics and Supply Chain Management. – UK: McGraw-Hill Companies, Inc, 2008.
9. Krajewski L., Ritzman L., Malhotra M. Operations Management, Processes and Supply chains. 10th ed. – Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Limited, 2013.
10. Leenders M., Fearon H. Purchasing and Supply Management, 11th ed. – Chicago, Illinois, USA: Irwin, 1997.
11. Lukinskiy V.S., Lukinskiy V.V. Evaluation of stock management strategies reliability at dependent demand. – Proceedings of the 16th International Conference "Reliability and Statistics in Transportation and Communication" (RelStat'16), 19–22 October 2016, Riga, Latvia.
12. Lysons K., Gillingham M. Purchasing and supply chain management. – London: Prentice Hall, 2003.
13. Stadtler H., Kilger C. Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software, and Case Studies. 4th ed. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
14. Stock J.R., Lambert D.M. Strategic Logistics Management. 4th ed. – Boston: McGraw-Hill Irwin, 2001.
15. Taha H. Operations Research: an Introduction. 9th ed. – Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2011.
16. Wisner J.; Tan K.; Leong G. Supply Chain Management: A Balanced Approach, third edition. – South-Western, Cengage Learning, 2012.
17. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRPII. – СПб.: Питер, 2003. – 352 с.
18. Козловский В.А., Козловская Э.А., Савруков Н.Т. Логистический менеджмент: учебное пособие. 2-е изд., доп. – СПб.: Лань, 2002 – 272 с.
19. Лукинский В.С. Логистика и управление цепями поставок: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева – М.: Юрайт, 2016 – 358 с.
20. Модели и методы теории логистики / под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с.
21. Управление запасами в цепях поставок: учебное пособие / под общ. и науч. ред. В.С. Лукинского – СПб.: СПбГИЭУ, 2011. – 287 с.



В СЕРДЦЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ PICK & PACK

INTELIS PTS

- 1 **ГИПЕРКОМПАКТНОЕ РЕШЕНИЕ В ВЫСОТУ И ШИРИНУ:**
 - + номенклатуры хранения в сравнении со стандартом на рынке
- 2 **ГИБКОСТЬ ХРАНЕНИЯ:**
 - Свободный выбор тары: коробка + контейнеры + поддоны
- 3 **РЕШЕНИЕ С РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНОЙ:**
 - Возможно мульти тарное размещение, моно или мульти форматное; от 2 до 6 смешанных тар в глубину
- 4 **ВЫСОКАЯ РЕАКТИВНОСТЬ:** повышенная производительность
 - +850 входов и +850 выходов в час с одной аллеи
- 5 **МАСШТАБИРУЕМОСТЬ / МОДУЛЬНОСТЬ:**
 - Увеличение системы в длину = + ЕМКОСТЬ и/или в высоту = + ПОТОКИ
 - Увеличение количества аллей, количества мест
- 6 **ЭРГОНОМИКА МЕСТ ОТБОРКИ ТОВАР-К-ЧЕЛОВЕКУ:**
 - Решение 1 к 1
 - Конфигурация под 90° или 180°
 - 0 ошибок / 0 усталости (без мыслительной нагрузки)
 - Удобный отбор благодаря наклону коробов и контейнеров

**ПОДХОДИТ
ДЛЯ ЛЮБОГО
БИЗНЕСА**

- **МЕЛКОШТУЧНАЯ ЛОГИСТИКА:**
3PL, специализированная дистрибуция
- **МУЛЬТИКАНАЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА:**
ритейл, e-коммерция
- **ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛОГИСТИКА:**
сельское хозяйство, здравоохранение, снабжение промышленности



www.savoye.com

SAVOYE A DIVISION OF GROUPE LEGRIS INDUSTRIES