

МЕТОДИКА АКТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ

А.В. Кузьминов

ООО «Фирма «Синтез Н», г. Красноярск

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: активное реагирование; дефицит; доверительные границы; затоваривание; логистика; плановый подход; реактивный подход; системы контроля; управление запасами.

Аннотация: Рассматриваются существующие подходы к управлению запасами. На их основе предлагается методика активного реагирования, позволяющая более оперативно решать задачу регулирования запасов. В качестве результата выведен алгоритм активного реагирования при управлении запасами.

Традиционные методы управления запасами [4] являются, по существу, пассивными и не предусматривают активного вмешательства менеджеров (операторов) в процессы расхода запаса до определенных критических ситуаций. Такое управление запасами объективно оправдано в следующих ситуациях. Во-первых, при нахождении складов в экстремальных условиях, когда пополнение запасов происходит в строго фиксированные периоды времени. Например, труднодоступные регионы Севера и Дальнего Востока России, горные регионы, воинские части и базы, автономное плавание и т.д. Во-вторых, при расположении складов на транспортно-насыщенных территориях, но когда принятая система поставок и время доставки или время выполнения заказа τ соизмеримы с периодом расхода T . Другими словами, разница между временем выполнения заказа τ и периодом расхода T незначительна.

Анализ литературных источников [1, 2, 4] показал, что в последнее время, благодаря развитию информационных технологий и средств связи между звеньями логистической цепи, сформировались три подхода к управлению запасами. Первый – «реактивный подход», при котором потребительский спрос «вытягивает» продукт через канал распределения от поставщика к потребителю. Второй – «плановый подход», являющийся альтернативой первому, он предусматривает распределение внутри логистического канала по графику, объединяющему наличие продукта на рынке и прогнозный спрос на него. Третий – «комбинированный» подход, соединяющий черты первого и второго подходов. Наибольший интерес, на наш взгляд, представляет «реактивный» подход, который включает следующие методы управления запасами: быстрое реагирование, непрерывное пополнение запасов и автоматическое пополнение запасов. Считается [1, 3], что указанные методы подобны, поскольку, во-первых, предназначены для оперативного пополнения запасов в соответствии с реальным расходом, во-вторых, каждый из них базируется на непрерывном сборе данных и информационном обмене, позволяющем консолидировать усилия всех участников логистической цепи.

Помимо указанных подходов к управлению запасами, в логистике большое внимание уделяется контролю за состоянием запасов, в процедуру которого входят учет наличных запасов и регулярное отслеживание новых поступлений и отправок. Различают непрерывные, периодические и смешанные процедуры кон-

троля. В частности, непрерывный контроль предусматривает ежедневное определение наличия продукта и оценку необходимости пополнения запасов [1, 3, 4], периодический контроль подразумевает регулярную (раз в неделю или месяц) оценку состояния запасов. А для определенных номенклатурных групп рекомендуется [1] непрерывный контроль за пополнением запасов, осуществляемый, как правило, с использованием компьютерной техники.

Различают следующие системы контроля за состоянием запасов: **разомкнутые, замкнутые и модифицированные** системы контроля с обратной связью [1, 3]. На рис. 1 приведена схема модифицированной системы контроля (МСК) уровня запасов логистической цепи. Отличие МСК от других систем контроля состоит в том, что менеджер может менять основные правила регулирования уровня запасов в системе: при наличии непрерывной процедуры контроля текущий уровень запаса q поддерживается и пополняется с помощью компьютерной системы автоматически на основе модели EOQ в точке перезаказа ROP на величину поставки Q^* , рассчитанную по формуле Уилсона, при выполнении условия $q < ROP$, то есть «текущий уровень q меньше точки заказа».

Менеджер-логист, оценивая все составляющие процесса управления запасами, может принять решение об изменении или корректировке основных параметров заказа (Q^* , ROP и др.).

Подходы к управлению запасами («реактивный» и др.), системам и процедурам контроля не вызывают принципиальных возражений, но оставляют открытыми большое количество вопросов, возникающих при реализации данных методов. Во-первых, использование в блок-схеме оптимальной величины заказа Q^* , точки перезаказа ROP и других величин соответствует детерминированной модели управления запасами, являющейся идеализацией и упрощением реальных процессов.



Рис. 1. Блок-схема модифицированной системы контроля уровня запасов в логистической цепи

Во-вторых, несмотря на внешнюю привлекательность и перспективность, трудности функционирования системы, когда реализованная единица продукции практически мгновенно замещается другой, доставленной со склада или от поставщика более высокого уровня, очевидны.

Отсутствие реальных примеров использования указанных подходов говорит о необходимости разработки прикладных моделей активного реагирования с целью внедрения «реактивного» подхода к управлению запасами.

Рассмотрим формулу для расчета страхового запаса [4]:

$$q_c = t_{\beta} \sqrt{\left(\left(\delta_d^2 + \frac{Q}{D} V \right)^2 \right) \frac{Q}{D}}, \quad (1)$$

где Q – величина поставки, рассчитанная по формуле Уилсона [4]. Предполагается, что на складе в среднем в течение рассматриваемого периода находится текущий запас, величина которого $q_T = 0,5Q$.

Поскольку средняя величина запаса включает текущий q_T и страховой q_c запасы, то приходим к зависимости

$$q_{об} = 0,5Q + t_{\beta} \sqrt{\left(\delta_d^2 + \left(\frac{Q}{D} V \right)^2 \right) \frac{Q}{D}}. \quad (2)$$

Учитывая, что логистический подход [1] к управлению запасами предполагает их разбиение на группы А, В и С, при расчете общего страхового запаса величины коэффициентов t_{β} определяются в соответствии с принятыми показателями о наличии запасов. Согласно ряду исследований [1, 2], эти величины характеризуются соотношениями данных, приведенными в табл. 1.

Для дальнейшего анализа выполним расчеты $q_{об}$ при следующих исходных данных:

- величина поставки $Q = 50$ ед.;
- средний ежедневный расход $D = 5$ ед.;
- среднее квадратическое отклонение ежедневного расхода $\delta_d = 2,54$ ед.;
- среднее время расхода поставки $T = 10$ дней;
- коэффициент изменения времени поставки $V = 0,2$.

Результаты расчетов приведены в табл. 2 и на рис. 2. Из приведенных результатов следует, что для данного конкретного примера для группы А (группа товаров с наибольшей ценой и объемом продаж 5...15 % от общей номенклатуры) величина страхового запаса $q_c = q_T$. Для группы С (группа товаров с наименьшей

Таблица 1

Величины страховых запасов

| Номенклатурная группа | Рекомендуемая величина запаса, % | | Среднее значение, % | Коэффициент t_{β} |
|-----------------------|----------------------------------|-----|---------------------|-------------------------|
| | [1] | [2] | | |
| А | 99 | 99 | 99 | 2,3 |
| В | 95 | 97 | 96 | 1,75 |
| С | 90 | 90 | 90 | 1,28 |

Таблица 2

**Текущий страховой и суммарный запас в зависимости
от объема поставки**

| Поставка Q | Текущий запас, q_T | σ_c | Группа А | | Группа В | | Группа С | |
|-----------------|----------------------------|------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| | | | q_c | q_ϵ | q_c | q_ϵ | q_c | q_ϵ |
| 25 | 12,5 | 7,6 | 17,6 | 30,1 | 13,2 | 25,7 | 9,7 | 22,2 |
| 50 | 25,0 | 12,8 | 30 | 55,0 | 22,4 | 47,4 | 16,4 | 41,4 |
| 75 | 37,5 | 17,1 | 39,8 | 77,3 | 29,9 | 67,4 | 21,9 | 59,4 |
| 100 | 50,0 | 23,0 | 53,6 | 103,6 | 40,2 | 90,2 | 30,0 | 80,0 |
| 200 | 100 | 52,3 | 100 | 200,0 | 75,0 | 175,0 | 55,0 | 155,0 |
| 300 | 150 | 64,1 | 147 | 297,0 | 110,5 | 160,5 | 80,8 | 230,8 |
| 500 | 250 | 103,1 | 240,4 | 490,4 | 180,0 | 430,0 | 132,0 | 382,0 |

ценой и объемом продаж 70...80 % от общей номенклатуры) величина страхового запаса составляет около половины среднего текущего запаса.

С учетом того, что стоимость единицы продукции группы А в несколько раз превышает аналогичный показатель для группы С, основное внимание при использовании активных методов управления запасами должно уделяться группам А и В. В то же время, ежедневный мониторинг наличия запасов данных групп позволяет осуществлять оперативный прогноз их расхода, что открывает возможности принятия решений об изменении сроков поставки τ и величины поставки Q , отличающихся от традиционного пересечения уровня ROP (при фиксированном нижнем уровне запаса) или времени поставки T_{II} (при фиксированном интервале времени поставки).

Проведенный анализ показал, что возможны несколько вариантов, при которых могут быть использованы активные методы реагирования. Различие между ними определяются, во-первых, возникновением ситуации «дефицита» или «затоваривания»; во-вторых, использованием детерминированных или вероятностных контрольных показателей для оценки возникновения нестандартной ситуации и необходимости активного вмешательства менеджера.

Иллюстрация различных вариантов представлена на рис. 2–4, где использованы следующие обозначения: q – текущее значение расхода на интервале упреждения (данные ежедневного мониторинга); D – средняя интенсивность расхода (линия 1 на рис. 2); q_3 – точка перезаказа ROP (линия 2 на рис. 2), определяемая по формуле $q_3 = \tau_3 D$, где τ_3 – время выполнения заказа, дни; T_3 – линия перезаказа (линия 3 на рис. 3), соответствующая координате $T_3 = T - \tau_3$; q_{K3} – контрольные уровни активного реагирования при возникновении дефицита (линия 4 на рис. 3) или затоваривания (линия 4' на рис. 2), $q_{3K} = kq_3 = k\tau_3 D$; приведены доверительные границы активного реагирования (соответствующие уровню доверительной вероятности P) при возникновении дефицита (линия 5 на рис. 4) или затоваривания (линия 5' на рис. 4).

Из рис. 2 следует, что если поставка будет осуществляться за время T_T , превышающее среднее время выполнения заказа τ_3 , то вероятность появления дефицита (а, следовательно, и необходимость использования страхового запаса) значительно уменьшается. Так, при среднем времени расхода и заказе во время T_{3K} (активное реагирование) возможно уменьшение страхового запаса на величину Δq_c (см. рис. 2).

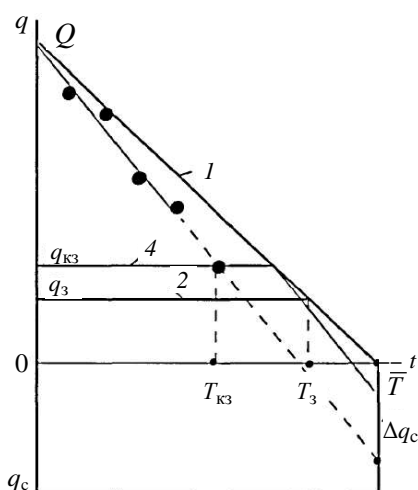


Рис. 2. Стратегия активного реагирования при возникновении дефицита

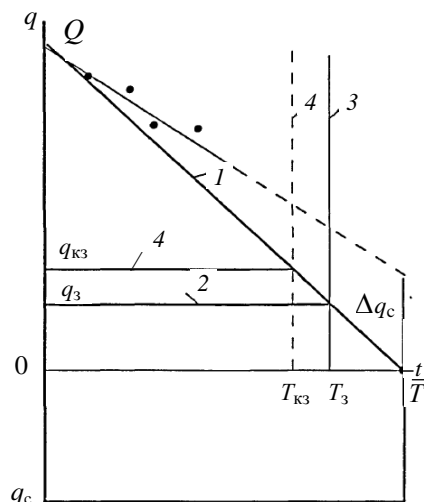


Рис. 3. Стратегия активного реагирования при возникновении ситуации затоваривания

На практике возможны различные варианты развития событий.

Первый вариант – отсутствие априорной информации о протекании процессов расхода данной номенклатуры. В этом случае выбор стратегии осуществляется исходя из возможности возникновения критических ситуаций дефицита и затоваривания.

При фиксированной величине поставки Q особенность определения коэффициентов a_0 и a_1 состоит в том, что $a_0 = Q$, а для расчета a_1 используется уравнение [1]

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N a_i t_i - QN}{\sum_{i=1}^N t_i}, \quad (3)$$

где N – количество точек q_i предпрогнозного периода.

Из сравнения a_1 и D получаем решающее правило:

- если $a_1 < D$, то возможен «дефицит»;
- если $a_1 > D$, то возможно «затоваривание».

Рассматриваем случай $a_1 < D$. При подстановке в прогнозное уравнение $y = Q + a_1 t$ значения $q_{зк}$ находим время контрольной точки заказа, соответствующей активной реакции на ускоренный расход текущего запаса, то есть

$$T_{зк} = \frac{q_{зк} - Q}{-a_{зк}}. \quad (4)$$

При условии $a_1 > D$ возникает риск затоваривания (см. рис. 3), поэтому активное реагирование должно быть направлено на изменение времени заказа τ (в сторону увеличения) или объема заказа Q (уменьшение).

При условии, что время заказа изменить нельзя (а, следовательно, и среднее время расхода T), активное реагирование заключается в уменьшении заказа на величину Δq . Если время заказа можно изменить, то в момент $T_{зк}$ оно должно быть увеличено, по крайней мере, до \bar{T} . В обоих случаях уменьшается вероятность затоваривания при условии отсутствия дефицита.

Второй вариант возникает в том случае, когда на складе имеются ранее полученные статистические данные о расходе продукции, то есть известны средние значения, дисперсии и другие параметры для реализаций расхода. Это означает, что помимо линии 1 на рис. 3 для средней интенсивности расхода D могут быть определены доверительные границы, соответствующие определенной вероятности P , например, $P = 0,9$ и т.д. Как и в предыдущем варианте, следует рассмотреть две ситуации: возникновение дефицита и затоваривания.

На рис. 4 приведена нижняя доверительная граница, соответствующая уровню вероятности P . Пересечение прогнозного тренда и доверительной границы 5 дает значение контрольной точки активного реагирования при ситуации возникновения дефицита.

Как и в первом варианте, ускорение процесса доставки значительно уменьшает вероятность появления дефицита.

Пересечение верхней доверительной границы определяет момент начала активного реагирования при ситуации затоваривания. Дальнейшие действия аналогичны первому варианту.

На основании вышеизложенного был разработан алгоритм методики активного реагирования при возникновении критических ситуаций (рис. 5). Основой для прогноза являются данные ежедневного мониторинга расхода и текущих остатков на складе, выполняемых с использованием современных аппаратных средств. Здесь возможны две стратегии активного реагирования: с использованием доверительных границ или контрольных точек. При пересечении нижней доверительной границы или контрольной линии и возникновении дефицита возникает необходимость в активных методах управления, таких как:

- ускорение срока доставки в рамках существующего канала, но, возможно, с увеличением стоимости доставки;

- привлечение нового поставщика;
- поиск товара-заменителя;
- изменение средства доставки (например, доставка груза самолетом);
- комбинированные (из вышеперечисленных).

В случае же пересечения верхней границы и возникновения ситуации затоваривания применяются следующие методы:

- замораживание/изменение срока поставки T_3 ;
- изменение размера поставки q_3 ;
- продажа излишков товара;
- комбинированные.

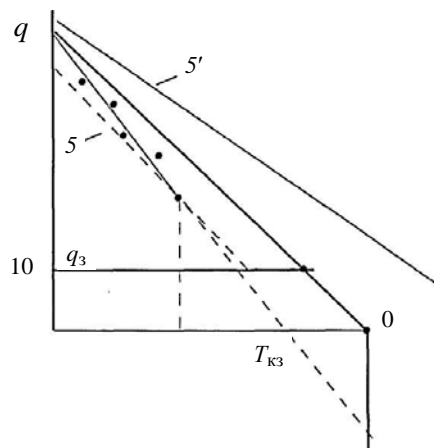


Рис. 4. Стратегия активного реагирования с использованием доверительных границ

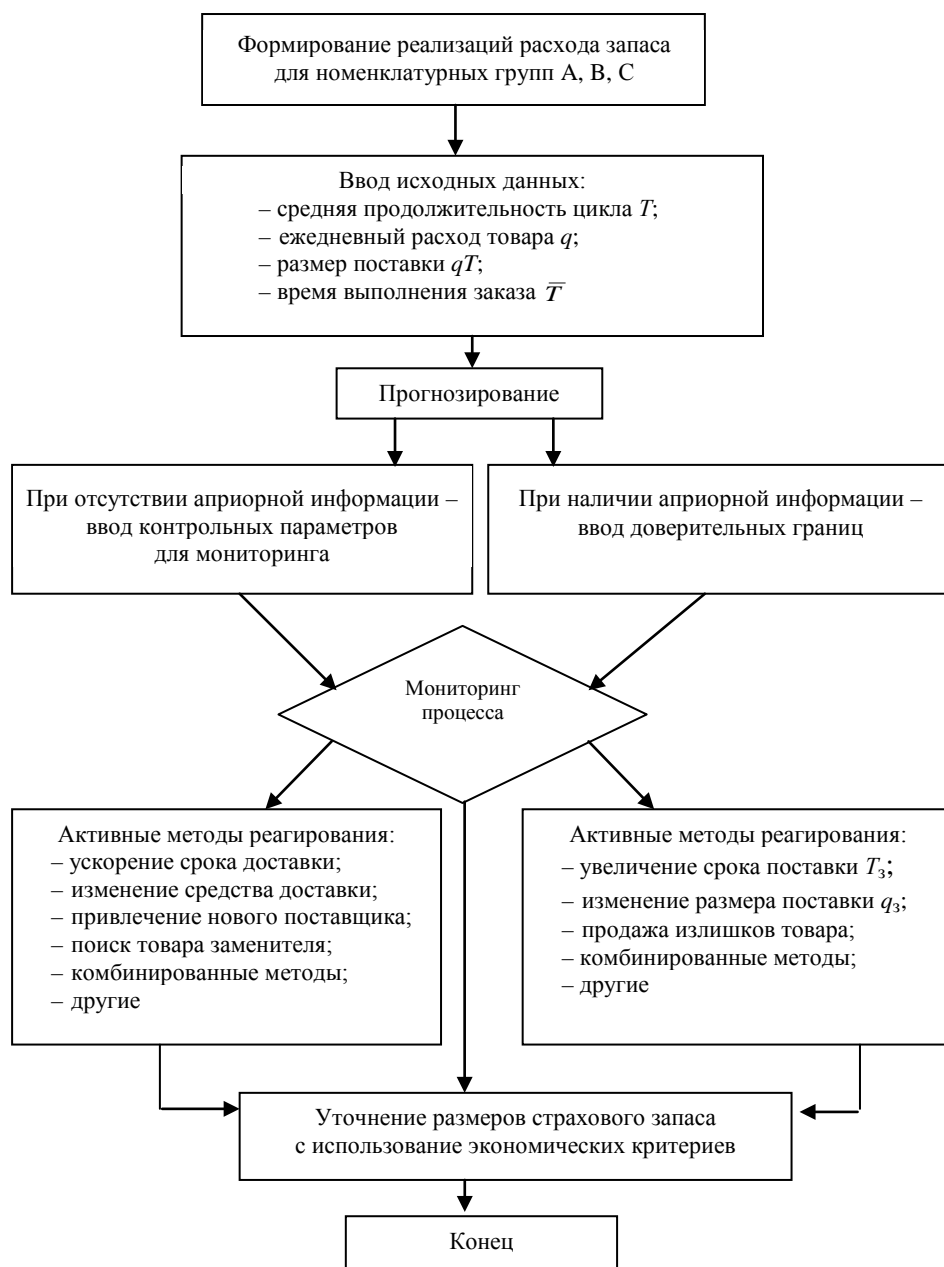


Рис. 5. Блок-схема алгоритма формирования стратегии активного реагирования при управлении запасами номенклатурных групп А, В, С

Применение активных методов реагирования на изменение ситуации возможно лишь в случае наличия контроля над состоянием запасов на складе в режиме реального времени. Иными словами, для осуществления реализации системы управления запасами на новом качественном уровне необходимо внедрение программноаппаратного комплекса, который будет осуществлять контроль перемещения товарно-материальных ценностей на складе.

Таким образом, описанная методика предполагает оперативное вмешательство в процесс управления запасами, что позволит существенно сократить время реа-

гирования при возникновении критических ситуаций и позволит создать оптимальный уровень запасов.

На основе описанной методики предполагается разработать программное средство, позволяющее автоматизировать процесс активного реагирования на критические ситуации возникновения дефицита и заговаривания.

Список литературы

1. Бауэрсокс, Д.Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок : пер. с англ. / Д.Дж. Бауэрсокс, Д.Дж. Клосс. – М. : Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
2. Christopher, M. Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services / M. Christopher. – UK : Pitman Publishing, 1992.
3. Практикум по логистике : учеб. пособие / под ред. Б.А. Аникина. – М. : ИНФРА, 1999. – 270 с.
4. Сергеев, В.И. Логистика : учеб. пособие / В.И. Сергеев. – СПб. : СПбГИЭА, 1995. – 131 с.

The Technique of Direct Action in Automated Stock Control

A.V. Kuzminov

«Firm «Synthesis N» Ltd, Krasnoyarsk

Key words and phrases: deficit; direct action; confidence limits; control systems; logistics; overstocking; plan approach; reaction approach; stock control.

Abstract: The paper studies the existing approaches to stock control. The new technique of direct action is proposed on their basis; it enables to solve the problem of stock regulation more efficiently. The algorithm of direct action in stock control presents the result of the study.

Methodik der aktiven Reaktion bei der automatisierten Steuerung von Reserven

Zusammenfassung: Es wurden die existierenden Herangehen zur Steuerung von Reserven betrachtet. Auf diesem Grund wird die Methodik der aktiven Reaktion, die Aufgabe der Reservenregelung schneller zu lösen erlaubt, vorgeschlagen. Als Resultat ist der Algorithmus der aktiven Reaktion bei der Reservensteuerung geschlossen.

Méthode de la réaction active lors de la gestion automatisée des réserves

Résumé: Sont examinées les approches existantes envers la gestion automatisée des réserves. A leur base est proposée la méthode de la réaction active permettant de résoudre opérativement le problème de la régulation des réserves. En qualité du résultat est fait l'algorithme de la réaction active lors de la gestion automatisée des réserves.