

Адаптированный метод определения уровня целевого запаса при управлении материальными потоками проектов развития

С.Ю. Данишина

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

Аннотация: Современные экономические условия требуют от компаний многих стран постоянного развития и совершенствования. Разработка новых продуктов, организация новых сервисов, выход на новые сегменты рынка возможны с применением в деятельности компаний проектных подходов. Для успешной реализации подобных проектов развития следует особое внимание уделять управлению материальными ресурсами проекта, акцентируясь на вопросах управления запасами. Учитывая временные и финансовые ограничения, присущие проектам, добиться увеличения прибыли и снижения дефицита оборотных средств можно, обосновывая уровень целевого (страхового) запаса. В статье рассмотрены подходы к определению этого уровня в условиях неопределенности спроса на материальный ресурс, с учетом колебаний длительности поставки и принятого уровня обслуживания. Это позволило разработать адаптированный метод нахождения уровня целевого запаса, позволяющий приспособляться к изменчивым условиям протекания проектов, учитывая опыт их реализации, обоснованно принимать решения и эффективно использовать средства проектов. Разработанный метод может быть трансформирован для дальнейшего применения в операционной деятельности компаний.

Ключевые слова: проект развития, материальный поток, материальный ресурс, управление запасами, целевой запас, неопределенность спроса и периода поставки, уровень обслуживания, адаптированный метод.

Современные непростые экономические условия, растущая конкуренция, необходимость быстрой адаптации компаний к постоянно изменяющемуся рынку и пр. свидетельствует о необходимости ориентации их деятельности на постоянное развитие и усовершенствование для сохранения (повышения) конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Развитие рассматривается как вид комплексной деятельности, управление которой может быть организовано на основе современных методов менеджмента, в частности методов управления проектами [1, 2]. Сфера применения таких методов достаточно широка и охватывает множество предметных областей (планирование, организацию бизнес-процессов; прогнозирование; маркетинг; логистику). При этом

ценовая конкуренция требует, чтобы основные усилия менеджеров компаний были направлены на реализацию проектов в сервисном секторе (поиск новых заказчиков, увеличение объемов сбыта за счет расширения спектра услуг, развитие сетей обслуживания, работа с клиентами для повышения их покупательной активности и повторных продаж и пр.). Успех подобных проектов зависит от полезности и конкурентоспособности получаемого продукта и связан с сокращением операционных расходов, улучшением обслуживания клиентов, получением прибыли и т.д. [3].

Как известно, бюджет проекта может существенно зависеть от затрат на материальные ресурсы (МР). Исследования показывают, что одно из центральных мест в управлении проектами занимают задачи планирования, снабжения, распределения и управления материальными потоками. Являясь очень важными и, в то же время, одними из наиболее сложных для решения, эти задачи способны обеспечить экономический эффект, выявить «узкие» места, фактическое состояние и перспективы реализации проектов развития. При этом особое внимание следует уделять управлению запасами, которые часто составляют весомую долю оборотного капитала и характеризуются наименьшей ликвидностью [3, 4].

В стандартах по управлению проектами достаточно полно раскрыты вопросы управления закупками и поставками, возникающие при организации материального потока проектов [5]. В современных справочниках по управлению проектами [6] рассматриваются вопросы распределения МР по работам и элементы контроля их качества. Но вопросы, связанные с управлением ассортиментом, с определением объемов и сроков поставки не рассматриваются. Однако, для проектов развития управление МР – одна из основных подсистем управления проектами, предназначенная для решения задач планирования, закупок, поставок, распределения, учета и контроля материалов в рамках материально-технического обеспечения проектов [7].

Управление запасами заключается в определении моментов и обосновании объемов заказа на пополнение запасов, распределении вновь прибывших партий заказанных МР. Процесс изменения уровня запаса МР при реализации проектов развития представлен на рис. 1

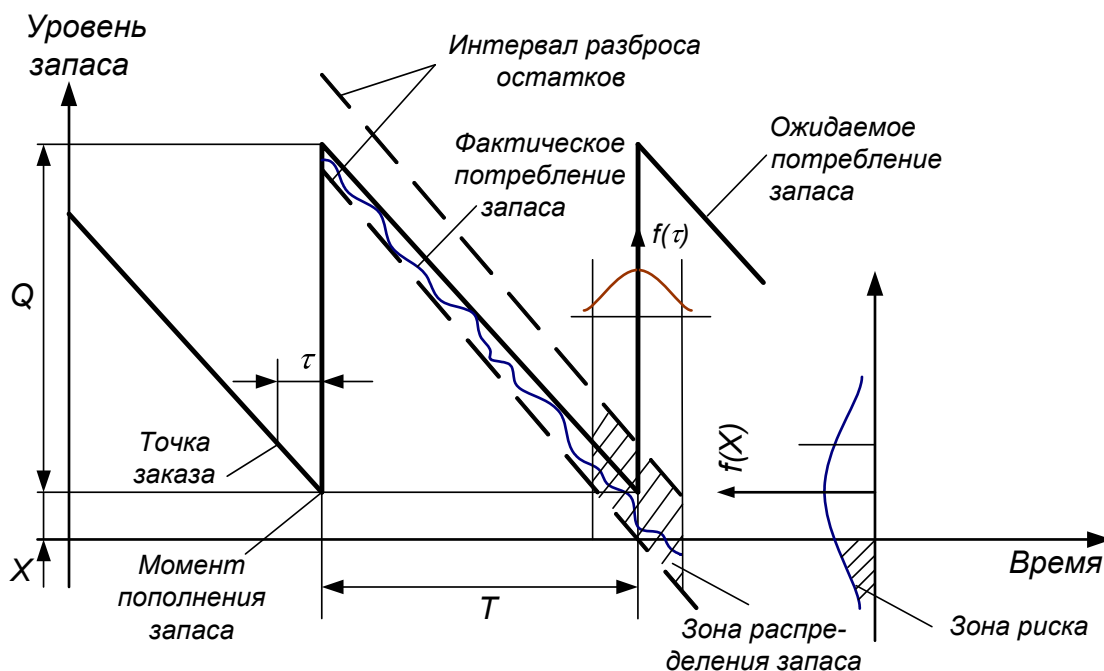


Рис. 1. Процесс изменения запаса МР проектов развития

Несложно заметить, что непрерывное обеспечение необходимым видом МР при управлении материальными потоками проектов развития достигается решением таких задач [8]:

- расчета размера заказа (Q);
- определения интервала времени между поставками (T), обеспечивающего пополнение запасов в те моменты, когда это необходимо;
- оперативного учета состояния запасов;
- расчета размера целевого уровня запаса (X) и не допущения избытка запасов свыше установленного уровня.

Одним из результативных инструментов управления материальными потоками проектов, применимым во всех указанных областях, является моделирование явлений и процессов, протекающих при их реализации,

позволяющее выявить рациональные и наименее затратные способы решения управленческих задач [9], которые успешно применяется при определении параметров Q и T . Но есть один показатель - показатель целевого уровня запаса X , являющийся ключевым в системе регулирования запасов, для которого нет однозначного подхода к определению его значения при управлении проектами.

В соответствии с рис. 1 целевой (страховой, гарантийный, резервный) уровень запаса X должен обеспечивать максимальное потребление МР за время пополнения, устанавливая начальную планку для обеспечения пикового спроса. При этом длительность периода пополнения T – сложная структура временных факторов (рис. 2), на величину которой существенно влияет работа поставщиков, логистов, производителей, реализаторов и т.п., что и приводит к возможным колебаниям ее значения [10, 11]. Произвольные моменты пополнения запаса требуют особого внимания менеджеров проекта к жесткому соблюдению условий контрактов на поставки МР [3].



Рис. 2. Структура периода пополнения запасов МР

С другой стороны, спрос на МР при реализации проектов развития может быть неравномерным, поэтому актуальным является вопрос определения количества МР, необходимого для компенсации колебания спроса за время поставки τ . Причем дефицит ресурса может быть обусловлен

как неопределенностью спроса [11], так и неопределенностью периода пополнения (зона распределения запаса на рис. 1). Сложность заключается в том, что оба фактора подвержены колебаниям, иногда они могут быть значительными. Но в условиях финансовых и временных ограничений, характерных для проектов, для адекватной оценки величины целевого запаса необходим учет двух неопределенностей [11, 12].

Предположим следующее:

- значения спроса на МР v_i в каждый единичный отрезок времени (например, за день) – независимые случайные величины, имеющие одинаковое распределение с математическим ожиданием m_v и средним квадратичным отклонением σ_v ;

- в соответствии с рис. 2 период пополнения T – случайная величина с параметрами m_T и σ_T ;

- суммарное потребление МР в течение периода T представляет собой случайную величину

$$N = \sum_{i=1}^T v_i \quad (1)$$

с параметрами m_N и σ_N , распределенную, в соответствии с центральной предельной теоремой, по нормальному закону [13].

Для определения величины X в условиях двойной неопределенности для расчета можно использовать формулу Бауэрсокса-Клосса [12]

$$X = z\sigma_N, \quad (2)$$

где z – коэффициент, характеризующий размер зоны риска на рис. 1; σ_N – среднее квадратичное отклонение, рассчитанное по эмпирической формуле

$$\sigma_N = \sqrt{m_v^2 \sigma_T^2 + m_T \sigma_v^2}. \quad (3)$$

Коэффициент z зависит от уровня обслуживания, принятого для процессов управления МР проектов развития. Но в современной научной

литературе по логистике отсутствует общепринятая терминология, и нет единого понимания термина «уровня обслуживания» [14]. В связи с этим возникает неоднозначность в методах при определении величины X .

Пусть уровень обслуживания (в работе [12] такой параметр называют «уровнем доступности продуктов») – это число изделий, полученных потребителем немедленно из имеющегося запаса, тогда размер зоны риска (рис. 1) определяется по формуле [12, 14]:

$$SL_1 = 1 - \frac{m_D}{m_N}, \quad (4)$$

где m_D – математическое ожидание спроса, неудовлетворенного из наличного запаса (величина дефицита); m_N – математическое ожидание суммарного потребления ресурса, которое в общем случае равно [13]

$$m_N = m_v m_T. \quad (5)$$

Для нормального закона распределения справедливо [12]

$$SL_1 = 1 - \frac{m_D}{m_N} = 1 - \frac{\sigma_N}{Q} L\left(\frac{X}{\sigma_N}\right),$$

где $L\left(\frac{X}{\sigma_N}\right) = L(z)$ – стандартная функция потерь.

Отсюда,

$$L(z) = \frac{(1 - SL_1)Q}{\sigma_N}. \quad (6)$$

В работах [12, 14] представлены таблицы, с помощью которых по величине $L(z)$ можно найти коэффициент z . Однако, в работе [14] сформулирован ряд ограничений на возможность применения формул (3), (6), одним из вариантов преодоления которых может быть применение аппроксимации Сильвера-Пайка-Петерсона, позволяющей по величине $L(z)$ найти коэффициент z :

$$k = \sqrt{\ln\left(\frac{25}{(L(z))^2}\right)}, \quad z = \frac{a_0 + a_1k + a_2k^2 + a_3k^3}{b_0 + b_1k + b_2k^2 + b_3k^3 + b_4k^4}, \quad (7)$$

где a_i ($i = \overline{0,3}$), b_j ($j = \overline{0,4}$) – коэффициенты аппроксимации, подбираемые эмпирическим путем.

При этом при реализации проектов развития необходимо иметь в виду следующее:

1. Несмотря на то, что параметры итогового распределения суммарного спроса определены математически строго, вид распределения остается неизвестным, что позволяет найти «стартовые», ориентировочные значения.

2. В соответствии с центральной предельной теоремой распределение суммарного потребления можно считать нормальным, если отдельные слагаемые v_i распределены нормально (любая сумма при этом будет нормальной) или если их число достаточно велико (порядка десяти).

3. Из выражения (1) следует жесткая связь между точностью определения N и T , где T – не просто промежуток времени, а целое число. Придавая ему смысл количества дней, отклонения в сроках пополнения запаса необходимо также измерять в днях, а отклонения спроса – в дневных отгрузках; если же известен понедельный спрос, то все параметры должны корректироваться с учетом этого временного интервала, что практически не позволит учесть отклонения в два-три дня.

Предположим, значение уровня обслуживания определяется вероятностью попадания в зону риска (рис. 1), т.е.

$$SL_2 = P\{N \leq Q + X\},$$

что означает, что при $SL_2 = 95\%$ только 5% случаев управления материальными ресурсами проектов приведут к дефициту некоторого вида запасных частей и комплектующих.

Используя понятие приведенной функции Лапласа [13, 15], вероятность

попадания в зону риска найдем из формулы:

$$SL_2 = P\{N \leq Q + X\} = 1 - P\{N > Q + X\} = \frac{1 + \hat{\Phi}(z)}{2}.$$

Следовательно, получим уравнение

$$\hat{\Phi}(z) = 2SL_2 - 1, \quad (8)$$

решение которого с помощью таблиц Лапласа даст искомое значение коэффициента z [13] для получения необходимой величины целевого запаса.

Определим уровень обслуживания SL_3 , как вероятность (P) отсутствия дефицита на некоторый вид МР проекта. Тогда в формуле (2) коэффициент z – коэффициент, соответствующий вероятности P . В работе [13] такую величину называют доверительной вероятностью. Ее значение определяют по специальным таблицам или через функцию Лапласа по формуле

$$z = \arg\Phi\left(\frac{1 + P}{2}\right). \quad (9)$$

Как видим, величина целевого запаса в общем случае находится по формуле Бауэрсокса-Клосса (формула (2)), но значения ее параметров существенно зависят от принятых допущений при определении уровня обслуживания.

Предполагая, что величину уровня X необходимо динамически изменять, добиваясь адекватного значения в условиях меняющегося спроса с учетом ограничений, наложенных на проекты, сформулируем адаптированный метод определения X при управлении материальными потоками проектов развития. Суть его в следующем.

Этап 1. С точки зрения управления запасами разделить материальный поток на две категории таким образом:

- категория 1 – динамически управляемый материальный поток, характерный для ресурсов, постоянно находящихся в наличии;
 - категория 2 – подзаказные ресурсы, отсутствующие в постоянном
-

ассортименте, заказываемые индивидуально под клиента или хранящиеся в небольшом количестве или доставляемые только при поступлении заказа от клиента.

Этап 2. Для первой категории:

- рассчитать среднее значение длительности периода пополнения m_T (в днях) и среднеквадратическое отклонение σ_T , учитывая условия контрактов, заключенных менеджерами проектов на поставку МР в соответствии с рис. 2;

- найти среднее значение спроса на ресурс за день m_v и его среднеквадратическое отклонение σ_v ;

- определить среднее суммарное потребление МР в условиях неопределенности спроса и длительности поставок по формуле (5) и среднеквадратического отклонение σ_N по формуле (3);

- найти значение коэффициента z :

а) с учетом формулы (6), если понятие уровня обслуживания для проектов развития соответствует определению SL_1 ;

б) с учетом формулы (8), если понятие уровня обслуживания для проектов развития соответствует определению SL_2 ;

в) по таблице доверительной вероятности или с помощью выражения (9), если понятие уровня обслуживания для сервисных проектов соответствует определению SL_3 .

- по формуле (2) найти величину целевого уровня запаса при принятом значении уровне обслуживания.

Этап 3. Предусматривая периодический мониторинг уровня запаса, учитывая фактический спрос на МР, провести корректировку уровня целевого запаса в зависимости от колебания спроса, исходя из следующих условий [16]:

- если в течение периода пополнения фактический уровень запаса по

номенклатурной единице слишком долго* находится в интервале $[0; \frac{1}{3}X]$, то запаса недостаточно, а, следовательно, значение X необходимо увеличить;

- если в течение периода пополнения фактический уровень запаса по номенклатурной единице постоянно находится в интервале $[\frac{1}{3}X; \frac{2}{3}X]$, то целевой уровень установлен корректно, запасы пополняются своевременно и обеспечивают высокий уровень обслуживания;

- если в течение периода пополнения фактический уровень запаса по номенклатурной единице находится в интервале $[\frac{2}{3}X; X]$, то запасы присутствуют с избытком, а, значит, их целевой уровень необходимо уменьшить хотя бы на $\frac{1}{3}$ от установленной величины X .

Таким образом, для наиболее критических групп МР есть возможность оптимизировать величину запаса с учетом особенностей проектов развития. С одной стороны предложенный метод позволяет уменьшить целевой уровень запасов, с другой - увеличить частоту заказов МР в рамках временных ограничений, накладываемых на проект.

В заключении отметим, что предложенный адаптированный метод позволяет исключить субъективные решения об инвестировании в запасы, благодаря ему появляется возможность принимать обоснованные решения и эффективно использовать средства проектов.

Литература

1. Фунтов В.Н. Управление проектами развития предприятий: теория и методология: дис. ... д-р. экон. наук: 08.00.05. СПб, 2010. 406 с.
2. Лакирбая И.Д., Елисеева Т.П. Управление производственной программой крупного промышленного предприятия при инновационном развитии и технологической модернизации // Инженерный вестник Дона,

* «Слишком долго» определяется в зависимости от уровня сервиса, который оговаривается условиями контрактов, заключенных при реализации проектов развития.



2014, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2356.

3. Cappels, T.M., 2004. Financially focused project management. J. Ross Publishing, Inc. 312 p.

4. Воронин А.В. К развитию теории формирования моделей, методов и алгоритмов планирования и управления материальными потоками в многоуровневых территориально распределенных транспортно-производственных системах // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4ply2012/1180.

5. Национальный стандарт "Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK)". Project Management Institute, Inc. 2004. 280 p.

6. Управление проектами: справочное пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, С.А. Типов и др., Под ред. И.И. Мазура, В.Д. Шапиро. М.: Высшая школа, 2001. 875 с.

7. Даншина С.Ю., Максименко А.А. Методы группирования ассортимента запасных частей при управлении материальными потоками сервисных проектов // Радиоэлектронные и компьютерные системы. 2011. № 3 (51). С. 124-130.

8. Рыжиков Ю.И. Управление запасами. М.: Наука, 1969. 362 с.

9. Чурикова С.Ю., Бородина И.П. Моделирование как эффективный инструмент управления предприятием // Инженерный вестник Дона, 2015, №2 (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3023.

10. Линдерс М.-Р., Фирон Х.-Е. Управление снабжением и запасами. Логистика: пер. с англ. СПб: ООО «Виктория плюс», 2002. 768 с.

11. Ballou, R., 1992. Business Logistics Management. New York: Prentice-Hall Inc. 816 p.

12. Бауэрсокс Д.-Дж., Клосс Д.-Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок: пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 640 с.

13. Вентцель Е.С. Теория вероятности: учебник для вузов. М.: Наука, 1969. 576 с.
14. Лукинский В.С., Цвиринько И.А., Малевич Ю.В. Логистика: учеб. пособие / Под ред. В.С. Лукинского. СПб: СПбГИЭУ, 2003. 221 с.
15. Архипов С. SCH – управление цепочками поставок // scm-book.ru URL: scm-book.ru/ToraSCM. (дата обращения: 10.06.2011).
16. Соколенко А., Сизык С. Оптимизация стратегии управления товарными запасами промышленного предприятия // Логистика: проблемы и решения. 2009. № 5(24). С. 63 – 68.

References

1. Funtov V.N. Upravlenie proektami razvitija predpriyatij: teorija i metodologija [Project management enterprise development: Theory and methodology]: dis. ... d-r. jekon. nauk: 08.00.05. SPb, 2010. 406 p.
 2. Lakirbaja I.D., Eliseeva T.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2356.
 3. Cappels, T.M., 2004. Financially focused project management. J. Ross Publishing, Inc. 312 p.
 4. Voronin A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (chast' 1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4ply2012/1180.
 5. Nacional'nyj standart "Rukovodstvo k svodu znaniy po upravleniju proektami (Rukovodstvo PMBOK)" [Guide of project management body of knowledge]. Project Management Institute, Inc, 2004. 280 p.
 6. Upravlenie proektami [Project management] I.I. Mazur, V.D. Shapiro, S.A. Tipov i dr., pod red. I.I. Mazura, V.D. Shapiro. M.: Vysshaja shkola, 2001. 875 p.
 7. Danshina S.Ju., Maksimenko A.A. Radioelektronnye i komp'yuternye sistemy. 2011. № 3 (51). pp. 124-130.
 8. Ryzhikov Ju.I. Upravlenie zapasami [Inventory management]. M.:
-



Nauka, 1969. 362 p.

9. Linders M.-R., Firon H.-E. Upravlenie snabzheniem i zapasami. Logistika [Supply and inventory management. Logistics] SPb: OOO «Viktorija pljus», 2002. 768 p.

10. Churikova S.Ju., Borodina I.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2 (chast' 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3023.

11. Ballou, R., 1992. Business Logistics Management. New York: Prentice-Hall Inc. 816 p.

12. Baujersoks D.-Dzh., Kloss D.-Dzh. Logistika: integrirovannaja cep' postavok [Logistical management: the integrated supply chain process] M.: ZAO «Olimp-Biznes», 2005. 640 p.

13. Ventcel' E.S. Teorija verojatnosti [Theory of probability]. M.: Nauka, 1969. 576 p.

14. Lukinskij V.S., Cvirin'ko I.A., Malevich Ju.V. Logistika [Logistics] Pod red. V.S. Lukinskogo SPb: SPbGIIeU, 2003. 221 p.

15. Arhipov S. SCH – upravlenie cepochkami postavok [SCH – supply chain management] URL: scm-book.ru/ToraSCM. (accessed 10/06/2011).

16. Sokolenko A., Szyk S. Logistika: problemy i reshenija. 2009. № 5(24). pp. 63 – 68.