

ОПТИМИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО – ДОБИВАТЬСЯ БОЛЬШЕГО МЕНЬШИМИ УСИЛИЯМИ

Ю.А. Кудрявцева

*ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов*

Рецензент Б.И. Герасимов

Ключевые слова и фразы: модель управления ресурсами; объем суммарной потребности; оптимальное число поставок; процесс закупок и поставок; переменная интенсивность спроса.

Аннотация: Предложена модель управления ресурсами с переменной интенсивностью спроса, которая позволяет организовать процесс закупок и поставок таким образом, чтобы задача по оптимальному управлению ресурсами выполнялась при условии неравномерного интервала во времени.

Всякое хорошее решение
можно с успехом применить почти
к любой проблеме.
Закон Большого Ала

В рассмотренных ранее моделях управления ресурсами спрос на ресурсы (товары, продукты и т.п.) предполагался постоянным в течение всего цикла функционирования (периода планирования). Такой характер спроса имеет место во многих практических ситуациях, в которых приходится организовывать процесс закупок крупно-оптовых партий ресурсов с последующей их поставкой на центральный склад, с которого осуществляются мелкооптовые поставки соответствующим потребителям. Однако наряду с указанной ситуацией, возникают моменты, когда спрос на ресурсы существенно отличается от постоянного, то есть фактически потребление ресурсов происходит неравномерно во времени, с различной интенсивностью. Использование в таких случаях моделей с постоянным спросом неизбежно будет приводить к сбоям процесса товародвижения. Причем, в одних ситуациях сбои будут происходить по причине отсутствия необходимого ресурса в необходимом количестве, а в других – по причине чрезмерных запасов. В итоге, функционирование таких организационно-

Кудрявцева Ю.А. – экономист планово-финансового управления, аспирант кафедры «Бухгалтерский учет и аудит» ТамГТУ, г. Тамбов.

экономических систем будет связано с повышенными издержками обращения, что эквивалентно потерям определенной величины прибыли и, как следствие, снижению темпов развития. Для устранения этих потерь процесс закупок и поставок необходимо осуществлять в рамках модели управления ресурсами с переменной интенсивностью спроса.

Эта модель предполагает, что оценка затрат на хранение осуществляется по максимальному уровню запаса во времени за период T , а интенсивность спроса (потребления) задана непрерывной детерминированной функцией времени $\varphi(t)$, определенной на интервале $T = (t_0, t_n)$. Оценка затрат на хранение по максимальному уровню запаса ресурса в течение периода T отражает довольно типичную для практики ситуацию, когда для хранения ресурсов по некоторой номенклатуре на складе выделяется фиксированная в данном периоде площадь (объем), закрепленная за ресурсами этого вида. После установления размера этой площади в данном периоде расходы на хранение данного вида ресурсов являются постоянными, не зависящими от фактического их уровня, который в некоторые моменты может быть меньше, чем размеры выделенной площади. Задача по оптимальному управлению ресурсами в рамках указанной модели сводится к следующему. На примере Тамбовского предприятия ООО «Югспецстрой» определим объемы, количество и моменты поставок партий ресурсов таким образом, чтобы при условии удовлетворения заданного функцией $\varphi(t)$ спроса в объеме суммарной потребности Q_m , достигался минимум общих затрат на хранение и восполнение запаса ресурсов. В математических терминах эту задачу можно сформулировать следующим образом:

$$E_{T_{\text{общ}}} (n, V_i, t_i) = [S n + C_T \max\{V_i(t_{i-1})\}_{i=1,n}] \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\text{при условии} \quad \int_{t_0}^T \varphi(t) dt = Q = \text{const},$$

где n – число поставок; S – удельные издержки по поставкам; C_T – удельные издержки хранения ресурсов на складе; $V_i(t_{i-1})$ – объемы поставок; t – моменты поставок. Причем, запись $V_1(t_0)$ означает, что первая поставка объемом V_1 осуществляется в начале интервала T , то есть в момент t_0 , а $V_2(t_1)$ означает, что вторая поставка размером V_2 осуществляется в следующий момент времени t_1 и т.д. Поскольку очередная поставка осуществляется в момент, когда уровень запаса понизится до нуля, то имеет место соотношение

$$V_i(t_{i-1}) = \int_{t_{i-1}}^{t_i} \varphi(t) dt, \quad i = 1, n. \quad (2)$$

Исходные данные, которые предоставил заказчик: удельные издержки хранения $C_T = 0,4$ у.е./единица ресурса за интервал функционирования, а расходы по одной поставке $S = 170$ у.е.; интервал планирования составляет 270 дней, а функция интенсивности потребления $\varphi(t) = 10^{-3} t (129,6 - 10^{-6} t^2)$ единица ресурса/день.

Общую потребность в некотором виде ресурса за интервал T определим по формуле

$$Q_m = \int_0^{270} 10^{-3} t (129,6 - 10^{-6} t^2) = 0,1296 \frac{t^2}{2} - 0,000000001 \frac{t^4}{4} = 4723 \text{ шт.}$$

Имеет смысл рассматривать только случай, когда объемы поставок равны между собой, так как оптимальная стратегия управления лежит только в этой области. Поэтому будет иметь место выражение

$$\max_i \{V_i(t_{i-1})\}_{i=1,n} = V_1(t_0) = V_2(t_1) = \dots = V_n(t_{n-1}) = \frac{Q_T}{n}.$$

Тогда целевая функция (1) может быть упрощена и представлена в следующем виде

$$E_{T_{\text{общ}}}(n, V) = S n + C_T V. \quad (3)$$

Проводя дифференцирование и приравнявая к нулю получившееся выражение, можно получить следующую формулу для определения оптимального числа поставок

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{C_T Q_T}{S}}. \quad (4)$$

Поскольку интенсивность спроса в данном случае является переменной, то указанные параметры определим в рамках рассмотренной модели управления ресурсами с переменным спросом. Поэтому определим оптимальное число поставок

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{4723 \cdot 0,4}{170}} = 3,3.$$

Учитывая естественные требования целочисленности значения $n_{\text{опт}}$, следует проверить неравенство

$$S [n_{\text{опт}}] + C_T \frac{Q}{[n_{\text{опт}}]} \leq S (1 + [n_{\text{опт}}]) + C_T \frac{Q}{(1 + [n_{\text{опт}}])}, \quad (5)$$

где $[n_{\text{опт}}]$ – целая часть значения $n_{\text{опт}}$.

Если неравенство выполняется, то в качестве оптимального числа поставок принимается значение $\bar{n}_{\text{опт}} = [n_{\text{опт}}]$. Если неравенство имеет противоположный смысл, то в качестве оптимального числа поставок принимается значение $\bar{n}_{\text{опт}} = [n_{\text{опт}}] + 1$. На основе определенного оптимального числа поставок $\bar{n}_{\text{опт}}$ определяется оптимальный размер поставки, равный

$$V_{\text{опт}} = \frac{Q_T}{\bar{n}_{\text{опт}}}. \quad (6)$$

Для определения оптимальных моментов поставок $t_{1\text{опт}}, t_{2\text{опт}}, \dots, t_{n-1\text{опт}}$ используется выражение (2). Процесс вычислений носит итератив-

ный характер и организован следующим образом. На первом шаге вычис-

ляется значение $t_{1\text{опт}}$ из соотношения $V_{\text{опт}} = \int_{t_0}^{t_{1\text{опт}}} \varphi(t) dt$.

На втором шаге на основе определенного значения $t_{1\text{опт}}$ вычисляется значение $t_{2\text{опт}}$, используя соотношение $V_{\text{опт}} = \int_{t_{1\text{опт}}}^{t_{2\text{опт}}} \varphi(t) dt$. Следовательно, в

каждом i -ом шаге данной итеративной процедуры на основе информации о предыдущем моменте поставки t_{i-1} вычисляется оптимальный i -ый мо-

мент поставки $t_{i\text{опт}}$, используя выражение $V_{\text{опт}} = \int_{t_{i-1\text{опт}}}^{t_{i\text{опт}}} \varphi(t) dt$.

Для принятия окончательного решения по оптимальному числу поставок проверим выполнение неравенства

$$170 \cdot 3 + 0,4 \cdot \frac{4723}{3} \leq 170 \cdot 4 + 0,4 \cdot \frac{4723}{4} \quad 1139,73 \leq 1152,3,$$

что верно. Отсюда заключаем, что $\bar{n}_{\text{опт}} = 3$. На основании формулы (6) оп-

ределяем оптимальный объем поставок $V_{\text{опт}} = \frac{4723}{3} = 1574$.

Далее, определяем оптимальные моменты поставок по формуле (2), используя описанную выше итеративную процедуру. В соответствии с этим, на первом шаге определяем значение $t_{1\text{опт}}$

$$1574 = \int_0^{270} 10^{-3} t (129,6 - 10^{-6} t^2) dt = 0,1296 \frac{t^2}{2} - 0,000000001 \frac{t^4}{4}.$$

Отсюда находим, что $t_{1\text{опт}} = 110$ дней.

На втором шаге определяем значение $t_{2\text{опт}}$, используя выражение

$$1574 = \int_0^{270} 10^{-3} t (129,6 - 10^{-6} t^2) dt = 0,1296 \frac{t^2}{2} - 0,000000001 \frac{t^4}{4} - 784.$$

Отсюда получаем, что $t_{2\text{опт}} = 134$ дня.

На третьем шаге определяем значение $t_{3\text{опт}}$, используя выражение

$$1574 = \int_0^{270} 10^{-3} t (129,6 - 10^{-6} t^2) dt = 0,1296 \frac{t^2}{2} - 0,000000001 \frac{t^4}{4} - 1163.$$

Отсюда получим, что $t_{3\text{опт}} = 145$ дней.

Далее определяем оптимальный момент последней пятой поставки $t_{4\text{опт}}$, используя выражение

$$1574 = \int_0^{270} 10^{-3} t (129,6 - 10^{-6} t^2) dt = 0,1296 \frac{t^2}{2} - 0,000000001 \frac{t^4}{4} - 1362.$$

Отсюда определяем, что $t_{4\text{опт}} = 150$ дней.

В результате осуществления итеративной процедуры определены все моменты оптимальных поставок, причем первая поставка осуществляется в момент $t_0 = 0$ – условное начало процесса функционирования организационной системы, осуществляющей процесс закупок и поставок на склад крупно-оптовых партий товаров. Минимум издержек обращения вычисляем по формуле

$$E_{\text{Тобщ}}(n, V) = S n + C_T V = 170 \cdot 3 + 0,4 \cdot 1574 = 1139,6 \text{ у.е.}$$

Для анализа модели рассчитанной выше делаем вычисление, основанное на изменении количества поставок на 50 % в меньшую и большую сторону:

$$E_{\text{Тобщ}}(n, V) = S n + C_T V = 170 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2362 = 1284,8 \text{ у.е.};$$

$$E_{\text{Тобщ}}(n, V) = S n + C_T V = 170 \cdot 5 + 0,4 \cdot 945 = 1228 \text{ у.е.},$$

и делаем вывод о том, что система достаточно чувствительна к изменению количества поставок на 50 % в меньшую сторону, так как разница в расходах составит при этом $1284,8 - 1139,6 = 145,2$ у.е. и $1228 - 1139,6 = 88,4$ у.е. или на 12 и 7 % соответственно в сторону увеличения.

Следовательно, мы определили все параметры оптимальной стратегии управления закупками и поставками в данном случае и минимум общих издержек обращения. Таким образом, предложенная модель позволяет осуществить устойчивое развитие предприятия с темпом, отвечающим требованиям со стороны рынка и при этом сбалансировать ресурсные потребности развития и ресурсные возможности предприятия в условиях ежегодного циклического характера спроса.

Список литературы

1. Герасимов, Б.И. Экономические теории качества: генезис теории и практики системного подхода / Б.И. Герасимов, С.П. Спиридонов, М.В. Смагин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – 289 с.
2. Новицкий, А.Л. Идентификация процессов СМК / А.Л.Новицкий, Т.Э.Болотина // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 4. – С. 26–31.

Optimized Manufacturing – Get More with Less Effort

Yu.A. Kudryavtseva

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: resource management model; amount of summed demand; optimal number of deliveries; the process of buying and delivery; variable intensity of demand.

Abstract: The resource management model with variable intensity of demand is offered; it enables to organize the process of buying and delivery so that the task of optimal resource management is accomplished in terms of irregular time interval.

© Ю.А. Кудрявцева, 2008