

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СПРОСА НА ВЫПУСКАЕМУЮ ПРОДУКЦИЮ

© 2019 В. И. Новосельцев, О. Е. Шугай, Н. Н. Попов

Воронежский институт ФСИН России (г. Воронеж, Россия)

В предположении марковости моделируемого процесса разработана модель, численная реализация которой позволяет оптимально управлять производственными запасами в условиях неопределенности спроса на выпускаемую продукцию.

Ключевые слова: управление, запасы, марковость, ресурс, производство.

Одним из факторов, определяющих успешную деятельность производственных предприятий, является управление запасами в условиях неопределенности спроса на производимую продукцию [1]. При известных параметрах спроса задача управления запасами приобретает тривиальную форму: объем запаса есть однозначная функция спроса на продукцию [2]. В противном случае решение задачи становится далеко не очевидным. При этом суть проблемы заключается в том, что с увеличением объема запасов, с одной стороны, вырастают затраты на их хранение, а с другой – снижаются потери из-за возможной их нехватки для производства продукции. Требуется определить такой уровень запасов, при котором обеспечивается наибольшая рентабельность производства.

Формализация задачи. Предположим, что заявки на продукцию производственного предприятия поступают в некоторые моменты времени $1, 2, \dots, t, \dots$. Поскольку спрогнозировать величину заявок не возможно, будет считать, что спрос на данный товар является непрогнозируемым и в момент времени t задается величиной ζ_t . Предположим, что величины ζ_t в различные моменты времени не зависят друг от друга и плотность их распределения $p(x)$ равномерна и

положительна при $x > 0$. С целью удовлетворения возникающего в любой момент времени спроса целесообразно иметь некоторый ресурсный запас. Значит, в каждый момент времени t возможно заказать некоторое количество ресурса, который будет получен в момент времени $(t+1)$. Цена заказанного ресурса равна h денежных единиц за одну ресурсную единицу при условии его получения в момент времени $(t+1)$. В случае возникновения потребности в незамедлительном получении ресурса (если спрос на производимый товар превысил предложение), имеется возможность его незамедлительного получения по цене H денежных единиц за одну ресурсную единицу ($H > h$)-штрафные закупки. В данном случае задача будет сведена к поиску оптимальной стратегии предварительного заказа ресурсов u_0, u_1, \dots, u_{t-1} в течении T единиц времени, позволяющей минимизировать затраты на удовлетворение имеющегося спроса.

Решение задачи. Предположим, что после исполнения заявки ζ_t ресурсный запас составил x_t . В таком случае $x_{t+1} = x_t + u_t$, в случае, если $(x_t + u_t) > 0$. В случае, если количество ресурса $(x_t + u_t)$ меньше возникшего в момент времени $(t+1)$ спроса ζ_{t+1} , дефицит ресурса покрывается за счет его приобретения по повышенной цене, тогда $x_{t+1} = 0$. Если обозначить $f^+(x)$ функцию, равную $f(x)$ при $f(x) > 0$ и нулю при $f(x) \leq 0$, то связь x_{t+1} и x_t можно записать так:

$$x_{t+1} = (x_t + u_t - \zeta_{t+1})^+ \quad (1)$$

В этом случае, предположив, что после-

Новосельцев Виктор Иванович – Воронежский институт ФСИН России, профессор кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем доктор технических наук, victor_novo@mail.ru.

Шугай Оксана Евгеньевна – Воронежский институт ФСИН России, преподаватель кафедры социально-гуманитарных и финансово-правовых дисциплин, oks-shugaj@mail.ru.

Попов Николай Николаевич – Воронежский институт ФСИН России, начальник отделения материального учета финансово-экономического отдела, Nik_7_1984@mail.ru.

довательность предварительных закупок фиксирована и имеет вид $u = (u_0, u_1, \dots, u_{N-1})$, стоимость ресурсов составит:

$$h \sum_{t=0}^{N-1} u_t + H \sum_{t=0}^{N-1} (\zeta_{t+1} - x_t - u_t)^+ = L_N[u], \quad (2)$$

где $h \sum_{t=0}^{N-1} u_t$ – плата за предварительно заказанные товары, а $H \sum_{t=0}^{N-1} (\zeta_{t+1} - x_t - u_t)^+$ – стоимость штрафных закупок.

Характеризуя последовательность u , будем использовать тот факт, что сумма $L_N[u]$ – случайная величина и ее среднее значение обозначим $ML_N[u]$. В этом случае задача будет состоять в минимизации средней стоимости ресурса в период времени $[0, N]$ посредством выбора допустимого управления $u = (u_0, u_1, \dots, u_{N-1})$. Следует определиться с перечнем допустимых управлений. Прежде всего, все компоненты вектора u – неотрицательные величины. Объем заказываемого ресурса в момент t вычисляется по ходу процесса до момента t включительно, то есть по x_1, x_2, \dots, x_t . Таким образом, имея некоторое количество вариантов управлений, нужно использовать те, в которых учитывается текущее состояние процесса, поэтому поиск наиболее благоприятной величины заказа в t -й момент (u_t) будет сосредоточен среди функций, зависящих от t и x_t :

$$u_t^* = v(t, x_t) \Big|_{h, H, p(x), N}, \quad (3)$$

В случае применения управления вида (3), последовательность x_n , определяемая равенством (1), является марковским процессом. Значит, следуя [3], оптимальная стратегия предварительных ресурсных заказов будет определяться следующим выраже-

нием:

$$u_t^* = \min_{x_t \leq a_t} \left\{ h \sum_{t=0}^{N-1} u_t + H \sum_{t=0}^{N-1} [M(\zeta_{t+1}) - x_t - u_t]^+ \right\}, \quad (4)$$

где $M(\zeta_{t+1})$ – математическое ожидание случайной величины ζ_{t+1} .

Исходя из (4) можно отметить, что критический уровень запаса ресурсов каждого отдельного уровня равен a_t . С приближением к последнему этапу этот уровень снижается и механизм заказов ресурса должен сводиться к поддержанию этого уровня.

Заключение. Рассмотрена модель управления производственными запасами в условиях неопределенности спроса на выпускаемую продукцию. В основе модели лежит предположение о марковости моделируемого процесса. Данная модель будет функциональна и при наличии нескольких видов ресурсов. Стратегия и данной политики будет состоять в обеспечении наличия критического уровня запасов каждого вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бандурин, В. В. Проблемы управления несостоятельными предприятиями в условиях переходной экономики / В. В. Бандурин, В. Е. Ларицкий. – М.: Наука и экономика, 1999.
2. Организации: управление, конфликты, кризисы, риски: учебное пособие / Под ред. С. А. Баркалова и В. И. Новосельцева. – Воронеж: Научная книга, 2009. – 300 с.
3. Дынкин, Е. Б. Теоремы и задачи о процессах Маркова / Е. Б. Дынкин, А. А. Юшкевич. – М.: Наука, 1967.

MODEL OF MANAGEMENT OF PRODUCTION RESERVES IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY OF DEMAND FOR PRODUCED PRODUCTS

© 2019 V. I. Novoseltsev, N. N. Popov, O. E. Shugai

Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia (Voronezh, Russia)

On the assumption of the Markov mode of the process being modeled, a model has been developed, the numerical implementation of which allows optimal control of production stocks in the face of uncertainty in the demand for manufactured products.

Key words: management, reserves, markovost, resource, production.