УДК 519.857

ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Бородич Т.А., Богданов В.И.
Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь, г. Могилёв

Аннотация. *В данной статье рассмотрена модель динамического программирования для управления производственной программой промышленного предприятия.*
Ключевые слова: *динамическое программирование, оптимизация, управление запасами, экономико-математические методы.*

DYNAMIC PROGRAMMING AS A METHOD OF INDUSTRIAL ENTERPRISE INVENTORY MANAGEMENT

Borodich T.A., Bogdanov V.I.
Belarusian-Russian University, The Republic of Belarus, Mogilev

Annotation. *This article describes a dynamic programming model for managing the production program of an industrial enterprise.*
Key words: *dynamic programming, optimization, inventory management, economic and mathematical methods.*

В хозяйственной деятельности предприятия управление запасами является важной составляющей общей политики управления оборотными средствами. При управлении предприятием важную роль играет инвентаризация, состоящая из перечня товаров и материалов, которые имеются в наличии на складе. Планирование осуществляется для определения уровня запасов, который необходим для операций, а пополнение запаса – для поддержания этого уровня с помощью определенных методов и комбинаций.

Для компаний со сложными цепочками поставок и производственными процессами особенно трудно сбалансировать риски перенасыщения и дефицита запасов.

С целью установления оптимального соотношения между затратами на запасы и уровнем удовлетворения потребностей были разработаны экономико-математические методы.

Динамическое программирование – один из оптимизационных методов, который преобразует сложную задачу в последовательность более простых задач [1]. Его главной характеристикой является многоступенчатый характер процедуры оптимизации, т. е. оптимальное решение общей задачи зависит от оптимального решения ее подзадач.

При любом начальном состоянии и управлении, которое выбрано на этом этапе, последующее управление должно быть оптимальным относительно конечного состояния системы. Потому что управление, оптимизирующее целевую функцию только для данного этапа, может привести к неоптимальному решению.

В данном случае метод динамического программирования основан на решении задач хранения и поставки продукции. Необходимо определить размер выпуска продукции с целью удовлетворения спроса. Следует учесть то, что при увеличении объема поставки наблюдается сокращение расходов на саму поставку с параллельным ростом расходов на хранение избытка продукции. Поэтому применение метода динамического программирования в управлении запасами позволяет сформировать план поставок с минимальными расходами на хранение и поставки.

Период, на который необходимо составить план, разделяют не некоторое количество этапов. При этом известен уровень запасов, а также связь затрат на хранение и пополнение запасов со средним уровнем данных показателей.

Для решения принимаем следующие условные обозначения:

N – число календарных этапов в плановом периоде;

y_{j-1} – запас после окончания j-1-го этапа;

x_j – объем производства на j-м этапе;

d_j – размер спроса на j-м этапе;

x_{max} – максимальный объем производства на одном этапе;

y_{max} – максимальный объем запасов на одном этапе;

$C_j(x_j, y_{j-1})$ – затраты на j-м этапе функционирования на выпуск x_j и хранение y_{j-1}.

Критерий оптимизации имеет вид [2, с. 97]:

$$F = \sum_{j=1}^{N} C_j(x_j, y_{j-1}) \to \min, \quad (1)$$

Однако необходимо учесть следующие ограничения:

– удовлетворение спроса на каждом из этапов:

$$dj \le y_{j-1} + x_j, j = 1, N \quad (2)$$

– установление объема запаса в конце периода:

$$y_j = y_{j-1} + x_j - d_j, j = 1, N, x_j = 0, x_{max}, y_j = 0, y_{max} \quad (3)$$

Далее введем следующую функцию:

$$f_j(y_j) = \min \sum Cj(x_j, y_{j-1}) \quad (4)$$

Функциональное уравнение Беллмана для задачи имеет вид:

$$fj(y_n) = \min(f_j(y_{j-1}) + Cj(x_j, y_{j-1})) \quad (5)$$

$$Cj(x_j, y_j - 1) = c_j(x_j) + h * y_{j-1} \quad (6)$$

где $c_j(x_j)$ – затраты на производство на j-ом этапе в x_j объеме;

$h * y_{j-1}$ – затраты на хранение на j-ом этапе в объеме y_0.

Так как $c_0(x_0)$ – затраты на формирование начального запаса, тогда уравнение Беллмана на первом шаге принятия решения:

$$f_1(y_1) = \min(f_1(y_0) + C_1(x_1, y_0)) = \min(f_1(y_0) + c_0(x_0) + h * y_0) \quad (7)$$

Так как все переменные в уравнении известны, следовательно, его можно решить. На шаге j уравнение (7) примет следующий вид:

$$f_j(y_j) = \min(f_j(y_{j-1}) + c_j(x) + h * y_{j-1}). \quad (8)$$

Получение оптимального решения требует разработку алгоритма для решения уравнения Беллмана на некотором шаге принятия решения.

Необходимо создать две таблицы. Первая таблица заполняется так: строки – объем производства на данном этапе, столбцы – величина запаса с предыдущего шага. При этом количество строк ограничивается x_{max}, а количество столбцов – y_{max}.

В свою очередь клетка таблицы делится на две части: в одной части записываются значения состояния в конце текущего этапа:

$$(y_j = y_{j-1} + x_j - d_j). \quad (9)$$

В том случае, если $y_j < 0$, состояние считается недопустимым, поэтому клетку больше не рассматривают. Во второй части клетки записывается значение функции:

$$f_j(y_j) = c_{j-1}(x_{j-1}) + c_j(x_j) + h * y_{j-1} \quad (10)$$

Далее среди допустимых клеток нужно найти клетки с одинаковыми значениями состояний и выбрать ту, для которой функция $f_j(y_j)$ является минимальной. Для этой клетки фиксируется оптимальный объем производства. Все полученные результаты записываются во вторую таблицу. Такие шаги повторяются N раз.

Для того, чтобы найти оптимальный объем производства и оптимальный уровень запасов, нужно решить данную задачу в обратном порядке. На последнем этапе из второй таблицы выбираются x_j и y_j, которые соответствуют минимальной функции затрат. Обратное решение задачи производится до j = 1 этапа.

Таким образом, два ключевых вопроса при управлении производственными запасами предприятия – когда производить и сколько производить. Ответы на эти два вопроса и определяют политику управления запасами. Для снижения затрат на хранение и транспортировку продукции предприятие в своей деятельности может использовать модель динамического программирования.

Библиографический список

1. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс.]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Динамическое_программирование. – Дата доступа: 29.04.2020.

2. Чернышев Л.А. Экономико-математические методы и модели : учеб. пособие /Л.А. Чернышев. – Екатеринбург, 2013. – 206 с.