

Басиев Климент Игнатович, Студент
МИРЭА – Российский технологический университет

Ожерелкова Лилия Мухарамовна, к.т.н., доцент
МИРЭА – Российский технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ЛОГИСТИКЕ

Аннотация. Рассмотрена модель сравнения альтернативных решений в условиях риска. На основе изложенной схемы метода дерева решений выполнен расчет оптимального объема заказа продуктов питания в условиях неопределенности.

Ключевые слова: Управление рисками, логистика, метод дерева решений, выбор наилучшего решения, индивидуальное отношение к риску.

В современных условиях хозяйствующие субъекты сталкиваются с множеством проблем, среди которых одной из наиболее сложных и актуальных является управление логистическими рисками в цепях поставок. Под управлением риском обычно понимается деятельность, связанная с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятности достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от плана [1].

Рассмотрим метод сравнения альтернативных решений в условиях риска. Каждое решение характеризуется двумя показателями: ожидаемый доход и возможный риск. При таком подходе к риску каждому двумерному вектору (σ_{mi}, m_i) ставится в соответствие некоторая функция $f(\sigma_{mi}, m_i)$, такая, что критерий выбора имеет вид: $f(\sigma_{mi}, m_i) \rightarrow \max$, где m_i – математическое ожидание, оценивающее средний ожидаемый доход, σ_{mi} – соответствующее среднее квадратичное отклонение, показывающее, насколько результат может отклониться от своего среднего ожидаемого значения.

В качестве функций выбора используем функции вида [2]: $f_n(\sigma_m; m) = m$ – для нейтральных к риску лиц, принимающих решение (далее – ЛПР); $f_s(\sigma_m; m) = m - k_s \sigma_m^2$ – для осторожных к риску ЛПР; $f_r(\sigma_m; m) = m + k_r \sigma_m^2$ – для склонных к риску ЛПР. Здесь k_s – коэффициент индивидуальной осторожности к риску, k_r – коэффициент индивидуальной склонности к риску.

Для осторожного к риску ЛПР коэффициент индивидуальной осторожности можно найти следующим образом: ЛПР достаточно указать два различных решения $C_1(\sigma_{m1}; m_1)$ и $C_2(\sigma_{m2}; m_2)$, которые он считает эквивалентными в смысле соотношения доходов и потерь. Зная вид функции выбора и параметры $(\sigma_{m1}; m_1)$ и $(\sigma_{m2}; m_2)$, получаем выражение для нахождения коэффициента индивидуальной осторожности к риску:

$$m_1 - k_s \sigma_{m1}^2 = m_2 - k_s \sigma_{m2}^2, \text{ откуда } k_s = \frac{m_2 - m_1}{\sigma_{m2}^2 - \sigma_{m1}^2}.$$

Коэффициент индивидуальной склонности к риску можно найти аналогично, используя соответствующую функцию выбора: $k_r = \frac{m_2 - m_1}{\sigma_{m1}^2 - \sigma_{m2}^2}$.

Рассмотрим выбор наилучшего решения в условиях риска на основе метода дерева решений. Как правило, ЛПР имеет дело с постановкой задачи в условиях риска на содержательном уровне. Метод дерева решений позволяет осуществить формализацию для всех альтернативных решений одновременно и получить при этом наилучшее решение с учетом отношения ЛПР к риску.



Дерево решений или граф состоит из вершин и ребер. Ребра обозначают возможные альтернативные решения. Квадратные вершины обозначают места, где ЛПР принимает решение, круглые – когда выбор определяется случаем. Общая схема метода дерева решений включает в себя выполнение следующих этапов:

- 1) Построение дерева решений задачи управления рисками;
- 2) Процедура параметризации для построенного дерева решений, заключающаяся в записи вероятностей сценариев возможного развития событий и соответствующих конечных экономических результатов;
- 3) Процедуры свертки и блокировки вершин дерева с учетом заданного отношения ЛПР к риску. Суть процедуры состоит в следующем: заблокировать все те сценарии, которые не являются наилучшими для ЛПР. Реализация этих процедур заканчивается процедурой блокировки для соответствующей корневой вершины дерева решений;
- 4) Заключительный этап общей схемы метода – выбор наилучшего решения для конкретного ЛПР.

На основе представленного метода был сделан расчёт оптимального объема заказа хрупких кондитерских изделий с ограниченным сроком хранения. Были проанализированы варианты объема заказа при нескольких сценариях отклонения спроса от объема заказа (таблица 1), нескольких вариантах скидок на оставшиеся после реализации изделия, с учетом вероятности повреждения товара в процессе транспортировки (таблица 2).

Таблица 1

Варианты объема заказа при различных сценариях отклонения спроса.

Объем заказа					
340 коробок		400 коробок		460 коробок	
Спрос (шт.)	Вероятность	Спрос (шт.)	Вероятность	Спрос (шт.)	Вероятность
$r < 310$	0,06	$r < 340$	0,18	$r < 400$	0,32
$310 < r < 380$	0,67	$340 < r < 450$	0,62	$400 < r < 520$	0,58
$r > 380$	0,27	$r > 450$	0,2	$r > 520$	0,1

Таблица 2

Варианты скидок на оставшиеся после реализации изделия и риск доставки изделий.

Размер скидки				Риск доставки изделий	
50%		65%		Брак (тыс. у.е.) на 1 машину	Вероятность
Продажа (%)	Вероятность	Продажа (%)	Вероятность	0	0,85
70	0,3	70	0,75	2	0,1
50	0,7	50	0,25	10	0,05

В соответствие с вышеизложенными этапами схемы метода дерева решений проделаем следующие процедуры:

- 1) Построим дерево решений для рассматриваемой задачи. Оно включает в себя 4 вершины прямоугольного типа и 27 вершин круглого типа. Из каждой вершины «фактор B » исходят по три концевые дуги типа D , которые соответствуют трем сценариям учета брака $B_1 - B_3$.

- 2) Рассчитаем экономические показатели для каждой траектории, которая заканчивается концевой вершиной D . Рассмотрим сначала траекторию, которая начинается с выбора решения Q_1 : $Q_1 \rightarrow R_{11} \rightarrow B_1$. Рассчитаем уровень сервиса: $(340 : 380) \cdot 100\% < 90\%$ – он составляет менее 90%, а это значит, что уровень сервиса низкий и компания будет нести потери. Таким образом, получаем:



$D_1 = 340 \cdot 20 - 340 \cdot 10 - 5 \cdot (380 - 340) = 3200$ (здесь и далее расчет ведется в тыс.у.е.)

Для траектории $Q_1 \rightarrow R_{13} \rightarrow A_1 \rightarrow S_1 \rightarrow B_2$ конечный экономический результат составляет:

$D_8 = 310 \cdot 20 - 340 \cdot 10 + 7 \cdot 0,5 \cdot 20 - 2 \cdot 310 : 10 = 2808$, для траектории

$Q_1 \rightarrow R_{13} \rightarrow A_1 \rightarrow S_2 \rightarrow B_3$:

$D_{12} = 310 \cdot 20 - 340 \cdot 10 + 5 \cdot 0,5 \cdot 20 - 10 \cdot 310 : 10 = 2540$.

Аналогично рассчитываются значения экономических результатов для остальных конечных вершин. Дерево решений после процедур параметризации представлено на рисунке 1.

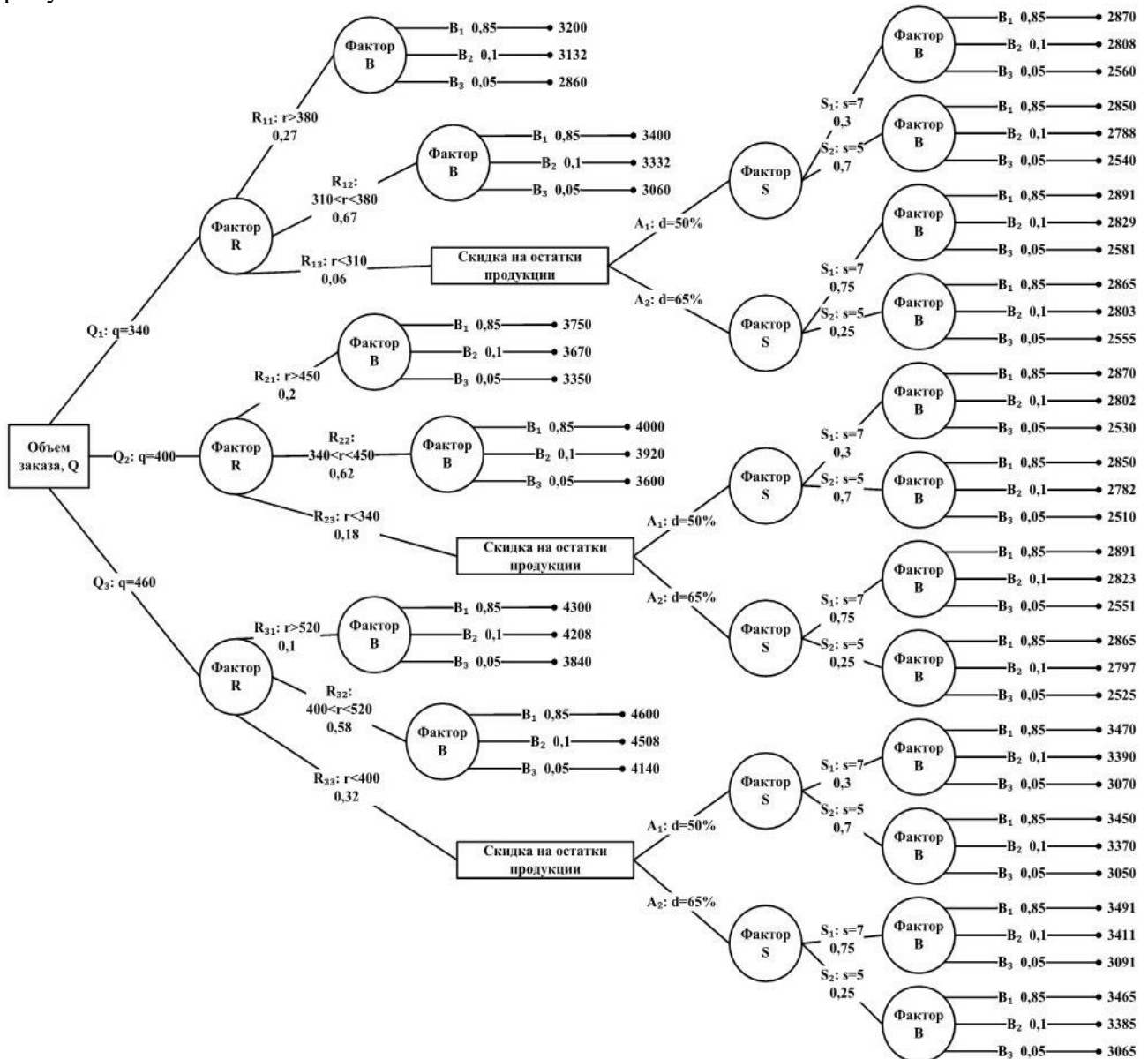


Рисунок 1. Дерево решений после процедуры параметризации.

3) Проведем процедуры свертки и блокировки для нейтрального к риску ЛПР. Для траектории $Q_1 \rightarrow R_{11} \rightarrow B$ вычислим математическое ожидание:

$3200 \cdot 0,85 + 3132 \cdot 0,1 + 2860 \cdot 0,05 = 3176,2$. Для остальных траекторий расчет

проводится аналогично. Рассмотрим траекторию $Q_1 \rightarrow R_{13} \rightarrow A_1 \rightarrow S$, где значение функции составляет 2834,3, и $Q_1 \rightarrow R_{13} \rightarrow A_2 \rightarrow S$, где значение составляет 2862,8.

Максимальное значение функции соответствует траектории $Q_1 \rightarrow R_{13} \rightarrow A_2 \rightarrow S$,

следовательно, установление скидки размером в 65% является наилучшим решением, а решение A_1 необходимо заблокировать. Аналогичная ситуация складывается и для траекторий, проходящих через Q_2 и Q_3 . Далее рассчитываются математические ожидания для вершин круглого типа «фактор R ». Окончательный вариант дерева решений для нейтрального к риску ЛПР представлен на рисунке 2. В этом случае следует выбрать решение Q_3 (заказ на 460 коробок).

4) При осторожном отношении к риску рассчитаем значение функции выбора по формуле: $f_S(\sigma_m; m) = m - 0,005\sigma_m^2$, где $k_S = 0,005$ – коэффициент индивидуальной осторожности к риску. Найдем значения среднеквадратичного отклонения, но прежде необходимо определить, какое из решений A_1 и A_2 является оптимальным. Так же, как и в случае нейтрального отношения к риску, блокируется решение A_1 в случаях $Q_1 - Q_3$.

Таким образом, при осторожном отношении к риску лучшим результатом является фрагмент траектории $Q_1 \rightarrow R$, а решения Q_2 и Q_3 необходимо заблокировать (рисунок 2), и сделать заказ на 340 коробок.

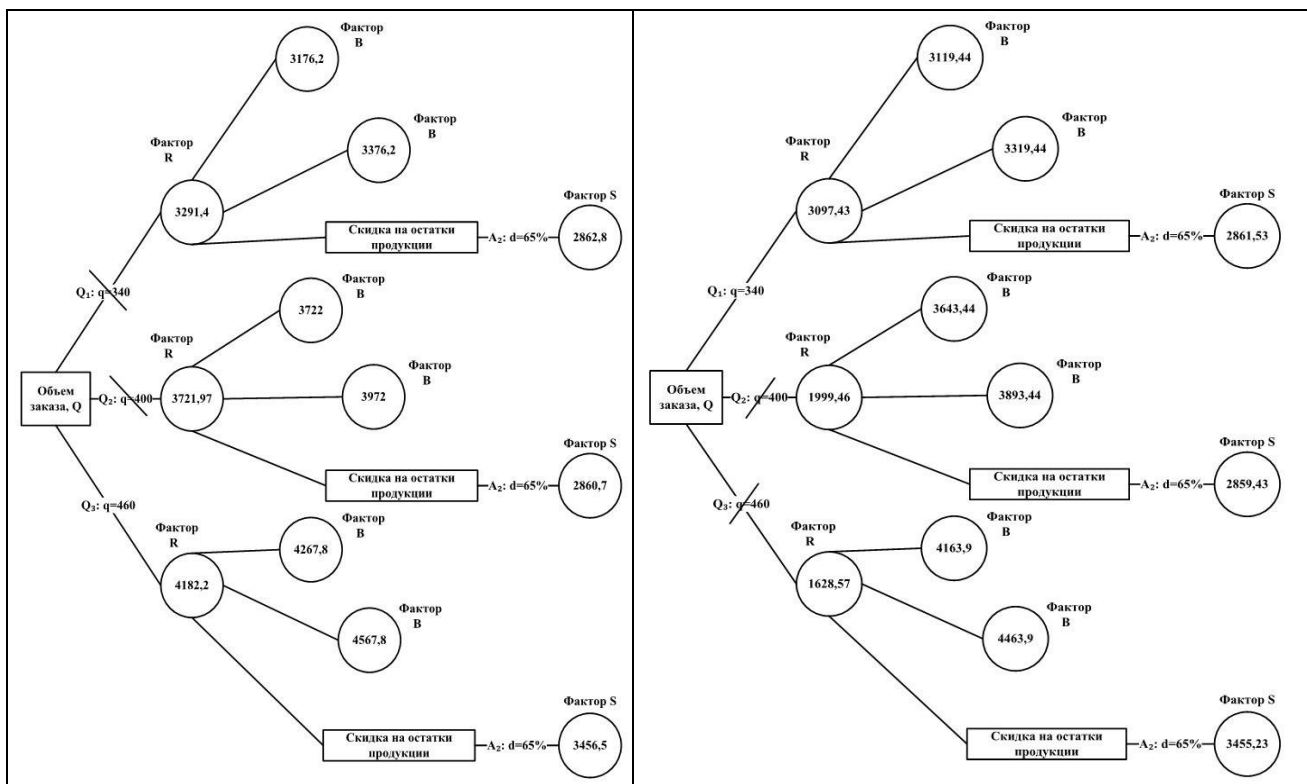


Рисунок 2. Дерево решений при нейтральном (слева) и осторожном (справа) отношении к риску

Список литературы:

1. Ефимова, Е. А. Управление логистическими рисками в цепях поставок: теория и методология: учебное пособие / Е. А. Ефимова. – Самара: Самарский университет, 2023. – 80 с.
2. Бродецкий Г.Л. Управление рисками в логистике: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев, Е.А. Елин. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.– 192с