

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ КАНАЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РИСКА И С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2014 Н.В. Андрианова*

Ключевые слова: канал распределения продукции, неопределенность окружающей среды предприятия, факторы риска, модель оптимизации выбора системы распределения продукции.

Рассматривается проблема выбора оптимальных каналов распределения готовой продукции в условиях неполноты и неточности информации об окружающей среде предприятия. Представлена модификация критерия Гурвица, который используется для принятия решений в условиях неопределенности.

Экономическая деятельность любого хозяйствующего субъекта реализуется в условиях неоднозначности (неопределенности) протекания реальных социально-экономических процессов, многообразия возможных состояний и ситуаций реализации решения. Субсистемы (отдельные предприятия) системы распределения готовой продукции являются зависимыми друг от друга в силу взаимодействий, и решение одного участника может повлиять на нескольких участников сети одновременно, т.е. функционирование системы распределения готовой продукции не может быть полностью определено и, соответственно, полно описано линейными аналитическими уравнениями¹. К основным источникам неопределенности можно отнести недостаточность знаний об экономической сфере, окружающем мире; случайность события (выход оборудования из строя и внезапное изменение спроса на продукцию, неожиданный срыв поставки сырья); противодействие, которое может проявляться в случае нарушения договорных обязательств поставщиками при неопределенности спроса на продукцию, трудностях ее сбыта. Одновременно с неопределенностью окружающей среды, означающей недостаток информации о вероятных будущих событиях, менеджер сталкивается с факторами риска, которые подлежат вероятностной или статистической оценке. Факторами риска применительно к рассматриваемой здесь ситуации могут быть за-

держки поставок продукции на пути движения материального потока в сети распределения, брак и изменения параметров материального потока по вине определенных участников цепи поставки, а также вмешательство третьих лиц.

Под выбором эффективного канала распределения при решении данной задачи подразумевается определение такого сочетания юридических и физических лиц, участвующих в процессе доведения товара от производителя до потребителя, которые наиболее полно будут отвечать поставленным требованиям производителя.

Построение модели оптимизации выбора эффективных каналов распределения готовой продукции в условиях риска и с учетом неопределенности будет выполняться поэтапно.

Этап 1. Определим факторы или параметры, которые могут повлиять на выбор каналов распределения и которые необходимо учитывать при построении модели оптимизации этого выбора:

C - годовое потребление продукции, ед.;

Z_2 - общие годовые затраты на сбыт продукции по каналу распределения, руб.

При решении поставленной задачи менеджер сталкивается с проблемами выбора среди нескольких альтернатив при многих критериях. В теории принятия решений подобные критерии называют частными². Представим критерии выбора, от которых зависят

* Андрианова Наталья Валентиновна, кандидат экономических наук, доцент ФГАОУ ВПО «Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета». E-mail: v-yablochko@yandex.ru.

годовые издержки на распределение продукции:

$Z_{пост}$ - затраты постоянные на сбыт продукции по каналу распределения, руб.;

$Z_{пер}$ - затраты переменные на сбыт продукции по каналу распределения, руб.

К переменным затратам мы относим: затраты на транспортировку, на закупку материальных ресурсов, на управление запасами (хранение, страхование, потери от порчи ценностей и др.), на управление заказами (получение и обработка заказов, грузопереработка, упаковка, информационное обеспечение, обнаружение и исправление брака, размещение заказов, организация расчетов с потребителями и др.); на складирование (содержание собственных складов, аренда внешних складов, ремонт и обслуживание складского оборудования, потери от порчи и недостачи ценностей, охрана грузов, грузопереработка и др.). Постоянными могут считаться административные расходы, износ и списание административных зданий и оборудования, не зависящие от объемов продаж. При этом показатель общих годовых затрат, в общем случае, должен включать или учитывать дополнительно и некоторые другие затраты в рамках соответствующего бизнеса. Но в нашем случае мы не учитываем затраты, которые прямо не относятся к решению поставленной задачи, так как они не повлияют на выбор оптимального решения. Далее при формализации модели такие затраты также не учитываются.

Структура набора частных критериев обусловлена необходимостью учета факторов риска, которые могут повлиять на результирующие показатели критериев. Таковыми факторами риска могут быть:

- ♦ задержка поставки продукции от производителя к оптовому или розничному продавцу;

- ♦ брак или пересортица по вине производителя.

Представленные факторы риска напрямую влияют на переменные затраты на сбыт продукции.

C - цена реализации единицы продукции, руб.;

TO_{cp} - средний годовой объем сбыта продукции (товарооборот) по каналу распределения, руб.;

K - количество заказов посредником за год;

Π_2 - общая годовая прибыль до налогообложения.

Задача максимизации общей годовой прибыли Π_2 может быть представлена в виде

$$\Pi_2 = TO_{cp} - Z_{пер} - Z_{пост} \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$TO_{cp} > 0.$$

Среднегодовой объем сбыта продукции по каждому каналу распределения представим следующим образом:

$$TO_{cp} = C \cdot \zeta. \quad (2)$$

При этом годовое потребление продукции (C) может в течение года изменяться. Чтобы не делать модель излишне громоздкой, допустим, что изменение годового потребления можно применить только к двум сценариям (рис. 1).

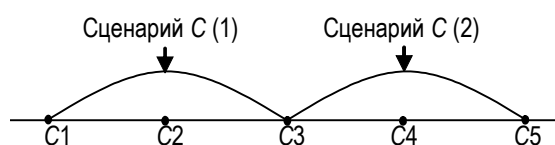


Рис. 1. Границы возможных изменений величины годового потребления

Спрос на продукцию за год может быть: низким - сценарий $C(1)$, т.е. $C \in [C1, C3]$; высоким - сценарий $C(2)$, т.е. $C \in [C3, C5]$.

При формализации оптимизационной модели учитывается возможность поставки продукции разным посредникам, причем на разных условиях доставки и с разной ценой единицы продукции (табл. 1). Рассмотрим пример распределения продукции молокоперерабатывающим предприятием (рис. 2). Условно примем (для уменьшения громоздкости), что у производителя есть два пути выхода на рынок (собственная сеть розничных магазинов и независимая сетевая розница).



Рис. 2. Возможные сценарии изменения спроса на продукт

На основе статистических данных относительно сценариев воздействия таких факторов определено, что задержка поставки продукции, брак и пересортица по вине производителя могут приводить к следующим последствиям:

- ♦ к смещению графиков поставки в розничные точки продаж, что приведет к росту затрат на транспортировку, на хранение продукции, на управление заказами;

♦ увеличению объемов грузопереработки за счет добавления операций обработки и переупаковки бракованной продукции, помещению продукции в зону брака, а также к увеличению административных и операционных расходов на возврат продукции поставщику;

♦ дефициту товаров на полке, что, в свою очередь, приведет к увеличению объема показателя упущенной прибыли предприятия в целом.

Обозначим в возможных сценариях событий отсутствие фактора риска или его незначительное влияние на величину затрат как “-”, значительное влияние - “+”. При этом фактор риска “задержка в пути” на основе статистических данных работы предприятия увеличивает переменные затраты на 10%, “брак и пересортица по вине производителя” - на 15%.

Задержка в пути происходит:

♦ с вероятностью 0,13 - в случае организации сбыта производителя по первому каналу распределения;

♦ с вероятностью 0,2 - при сбыте продукции по второму каналу распределения.

Задержка поставки отсутствует или наносит незначительный ущерб прибыли с вероятностью 0,87 при альтернативе “Канал 1” и с вероятностью 0,8 при альтернативе “Канал 2”.

Брак и пересортица продукции по вине производителя случаются:

♦ с вероятностью 0,1 - в случае организации сбыта производителя по первому каналу распределения;

♦ с вероятностью 0,15 - при сбыте продукции по второму каналу распределения.

Брак и пересортица продукции по вине производителя отсутствуют или наносят незначительный ущерб прибыли с вероятностью 0,9 при альтернативе “Канал 1” и с вероятностью 0,85 при альтернативе “Канал 2” (см. табл. 1).

В рамках рассматриваемой далее модели выбора канала распределения определение оптимального, или наилучшего, решения включает выбор посредника, который будет приносить производителю наибольшую прибыль с наименьшими потерями за счет оптимального размера товарооборота по каналу распределения. Нахождение такого решения, естественно, затруднено именно в связи с тем, что заранее неизвестно, в какой конкретной комбинации будут реализованы значения для указанных выше параметров модели в условиях неопределенности.

Этап 2. Осуществим пошагово процедуры формализации модели выбора канала распределения в условиях неопределенности и с учетом риска.

Шаг 1. Для выбора наилучшего решения при многих критериях с учетом факторов риска необходимо применить процедуры свертки и блокировки.

Процедура свертки заключается в преобразовании набора параметров с учетом распределения вероятностей возникновения случайных факторов различного рода в набор параметров, удобный для принятия управленческого решения. При нейтральном отношении к риску менеджера используется подход EVC-критерия (Expected Value Criteria), и результат свертки по этому критерию имеет всего один параметр: средние ожидаемые значения для рассматриваемых частных критериев³. Далее рассмотрим процедуры оптимизации именно на основе EVC-критерия.

Критерий “Затраты переменные” в альтернативе “Канал 1” при отсутствии брака и пересортицы по вине производителя (вероятность такого события 0,9) составят 17 458 тыс. руб., при наличии брака (вероятность 0,1) - 20 077 тыс. руб. (с учетом роста затрат на 15%). В результате процедуры свертки для показателя этого критерия получаем: $17\ 458 \cdot 0,9 + 20\ 077 \cdot 0,1 = 17\ 720$ тыс. руб.

При задержке продукции в пути переменные затраты увеличиваются на 10%: $17\ 720 \times$

Таблица 1

Параметры модели реализации сценариев для каждого посредника

Параметры модели	Обозначения			
	Канал 1		Канал 2	
Цена продажи продукции, руб.	$C_1=25$		$C_2=25,5$	
Затраты постоянные, тыс. руб.	$Z_{пост1}$		$Z_{пост2}$	
	431	431	246	246
Затраты переменные, тыс. руб.	Задержка в пути (З)			
	-	+	-	+
	(0,87)	(0,13)	(0,8)	(0,2)
	$Z_{пер1}$		$Z_{пер2}$	
	+10%		+10%	
Затраты переменные, тыс. руб.	Брак и пересортица по вине производителя (Б)			
	-	+	-	+
	(0,9)	(0,1)	(0,85)	(0,15)
	$Z_{пер1}$		$Z_{пер2}$	
	+15%		+15%	

$x_{1,1} = 19\,492$ тыс. руб. По итогам свертки для данного показателя имеем: $17\,720 \cdot 0,87 + 19\,492 \cdot 0,13 = 17\,950$ тыс. руб.

То же проделываем для альтернативы “Канал 2”. Получаем переменные затраты в размере 18 208 тыс. руб.

Шаг 2. Формализуем полную группу случайных событий (Q) для рассматриваемой модели выбора канала распределения в условиях неопределенности, влияющих на конечный экономический результат:

Q_1 - событие, представленное ситуацией $C \in [C1, C3]$, $A(-)$, $B(-)$, когда годовое потребление продукции низкое;

Q_2 - событие, представленное ситуацией $C \in [C3, C5]$, $A(-)$, $B(-)$, когда годовое потребление продукции высокое.

Таких событий может быть больше в зависимости от количества учтенных параметров, которые в течение года могут меняться, и эти изменения невозможно точно предопределить.

Шаг 3. Формализуем матрицу полезностей. Такая матрица представляет конечный экономический результат (выручка или прибыль) применительно к каждому анализируемому решению и каждому случайному событию. При формализации матрицы полезностей для каждой ее ячейки требуется определять соответствующую величину ожидаемой годовой прибыли Π_{ij} как элемента такой матрицы для случая, когда будет принято решение X_j (из множества анализируемых альтернативных решений), причем ситуация сложится Q_i (из множества ситуаций, влияющих на экономический результат) (табл. 2).

Таблица 2

Матрица полезностей

	X_1	X_2	...	X_j
Q_1	Π_{11}	Π_{12}	...	Π_{1j}
...
Q_i	Π_{i1}	Π_{i2}	...	Π_{ij}

Для определения ожидаемой прибыли Π_{ij} будем использовать равенство:

$$\Pi_z = TO_{cp} - Z_{nep} - Z_{пост} \quad (3)$$

Применительно к этому равенству отметим следующее:

♦ параметр TO_{cp} в формуле (3) для ожидаемой годовой прибыли Π_z прямо зависит от спроса на продукцию (C) по каждому каналу и от цены реализации за единицу про-

дукции ($Ц$) и будет определен применительно к каждому анализируемому событию Q_i ;

♦ параметр C определяется сценариями развития событий, которые реализуются независимо от решений и желаний менеджера;

♦ параметры Z_{nep} и $Z_{пост}$ определены применительно к каждому анализируемому решению.

Если наступает событие Q_1 (т.е. событие, представленное ситуацией $C \in [C1, C3]$), когда годовое потребление низкое, то при альтернативе X_1 “Канал 1” $TO_{cp1} = C2 \cdot Ц_1$ для соответствующей величины ожидаемой годовой прибыли Π_{11} на основе (3) получаем равенство

$$\Pi_{11} = C2 \cdot Ц_1 - Z_{nep1} - Z_{пост1} \quad (4)$$

Аналогичным образом для элемента $\Pi_{12} - \Pi_{22}$ этой строки матрицы полезностей имеем следующие равенства:

$$\Pi_{12} = C2 \cdot Ц_2 - Z_{nep2} - Z_{пост2}; \quad (5)$$

$$\Pi_{21} = C4 \cdot Ц_1 - Z_{nep1} - Z_{пост1}; \quad (6)$$

$$\Pi_{22} = C4 \cdot Ц_2 - Z_{nep2} - Z_{пост2}. \quad (7)$$

Таблица 3

Матрица полезностей

	X_1	X_2
Q_1	219	418
Q_2	4344	4626

Результаты приведем в матрице полезностей (табл. 3).

Шаг 4. Реализуем выбор альтернативного решения на основе конкретного критерия, отражающего отношение лица, принимающего решение, к неопределенности конечного результата. Выбор критерия осуществляется непосредственно самим менеджером. Теория принятия решений в условиях неопределенности предлагает достаточно широкий перечень таких критериев, чтобы дать менеджеру возможность учесть различные отношения к риску случайных потерь прибыли. Их представляют соответственно специальными группами таких критериев: классическими критериями; производными критериями; составными критериями принятия решений в условиях неопределенности⁴. К классическим традиционно относят: максиминный критерий;

оптимистический критерий; нейтральный критерий; критерий Сэвиджа. К производным критериям оптимизации решений в условиях неопределенности, как правило, относят критерии, которые модифицируют или обобщают классические критерии: критерий Гурвица; критерий произведений; критерий Гермейера. В определенных обстоятельствах каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки, которые могут помочь в выработке решения⁵.

1. Выбор на основе модифицированного критерия Гурвица применительно к матрице потерь Сэвиджа ($HW_{mod(S)}$). При этом критерии специалист взвешивает оценки, которые в рамках данной модификации критерия соответствуют двум крайним подходам к принятию решений по матрице потерь: подходу, соответствующему крайней пессимистической или осторожной позиции, который используется в критерии Сэвиджа; подходу, соответствующему позиции крайнего оптимизма, но реализованного с учетом того, что соответствующие процедуры относятся к матрице потерь, а не к матрице полезностей. Выбирается решение, применительно к которому такая взвешенная оценка будет наиболее приемлемой: в данном случае - наименьшей, так как оценка относится к потерям прибыли.

Целевая функция критерия может быть представлена следующим образом:

$$Z_{HW_{mod(S)}} = \min_i \{K_i\}, \quad (8)$$

$$\text{где } K_i = c \cdot \max_j \{l_{ij}\} + (1 - c) \cdot \min_j \{l_{ij}\}; \quad (9)$$

l_{ij} - элементы матрицы потерь (Сэвиджа);

c - соответствующий "весовой" коэффициент, принимающий значения $c \in [0; 1]$.

Выбор коэффициента "с" реализует менеджер. Примем, что $c = 0,4$, т.е. специалист доверяет показателю крайне осторожной пессимистической позиции на 40%, а показателю крайней оптимистической позиции - на 60%.

Представим матрицу потерь Сэвиджа ($l = (l_{ij})$,

$$\text{где } l_{ij} = \max_j \{a_{ij}\} - a_{ij}; \quad (10)$$

l_{ij} - это соответствующие потери, если будет принято решение X_j , причем ситуация сложится в соответствии с событием Q_j (табл. 4).

Таблица 4

Матрица потерь Сэвиджа

Решения	Потери при событиях	
	Q_1	Q_2
X_1	199	0
X_2	282	0

Представим искомый показатель и необходимые процедуры для его нахождения в следующей матрице (табл. 5).

Таблица 5

Матрица для нахождения модифицированного критерия Гурвица применительно к матрице потерь Сэвиджа

Потери при событиях	Решения	
	X_1	X_2
Q_1	199	282
Q_2	0	0
Позиция пессимизма $\max_j \{l_{ij}\}$	199	282
Позиция оптимизма $\min_j \{l_{ij}\}$	0	0
Показатель критерия (K_i) $HW_{mod(S)}$	$0,4 \cdot 199 + 0,6 \cdot 0 = 79,6$	$0,4 \cdot 282 + 0,6 \cdot 0 = 112,8$

Как видим, самый лучший (для данного критерия - наименьший) показатель $HW_{mod(S)}$ критерия в нашем примере соответствует решению X_1 ("Канал 1"), так как этому решению соответствуют наименьшие потери прибыли.

2. Выбор на основе модификации критерия Гурвица с привязкой к утопической точке ($HW_{mod(UT)}$). Цель такой модификации в том, что выбор на основе этого критерия будет приближен именно к более предпочтительным значениям показателей доходов. Для этого к каждому элементу любого отдельного столбца матрицы полезностей добавляется константа (зависящая от столбца) Δ_j , такая, чтобы максимальный элемент соответствующего столбца после такой процедуры оказался равным наибольшей из координат утопической точки в исходной матрице полезностей:

$$\Delta_j = \max_i \left\{ \max_j (a_{ij}) \right\} - \max_i (a_{ij}). \quad (11)$$

Тогда соответствующая модифицированная матрица полезностей будет иметь вид

$$A = (a_{ij} + \Delta_j) = \left(\hat{a}_{ij} \right). \quad (12)$$

Целевая функция $NW_{mod(UT)}$ -критерия может быть представлена как

$$Z_{NW_{mod(UT)}} = \max_j \{K_j\}, \quad (13)$$

где $K_j = c \times \min_j \left\{ \hat{a}_{ij} \right\} + (1 - c) \cdot \max_j \left\{ \hat{a}_{ij} \right\}.$ (14)

Представим необходимые “добавки”:

$$\Delta_1 = 4208; \Delta_2 = 0.$$

Тогда искомым показателем и необходимые процедуры для его нахождения представим в следующей матрице (табл. 6).

шого проигрыша. Если же специалист нацелен при его выборе на более предпочтительные значения показателей доходов, то следует выбирать критерии с привязкой на утопическую точку.

Для принятия решений в ходе проектирования и реорганизации сети распределения торговой компании необходимо учитывать множество факторов, которые будут влиять на результаты и показатели эффективности функционирования системы распределения в целом⁶. В данной статье рассмотрена задача выбора способа организации работы системы распределения готовой продукции производственного предприятия для ситуации, когда наряду с факторами риска учитывается неопределенность окружающей среды предприятия. Для наглядности частные критерии выбора, а также факторы риска приведены в минимальном количестве. На практике менеджер может увеличивать их число в зависимости от специфики предприятия и поставленной задачи.

Таблица 6

Матрица для нахождения модифицированного критерия Гурвица с привязкой к утопической точке

Доходы при событиях в новой системе координат	Решения	
	X ₁	X ₂
Q ₁	4427	4344
Q ₂	4626	4626
ММ-критерий	4427	4344
Н-критерий	4626	4626
Показатель $NW_{mod(UT)}$ -критерия при $c = 0,4$ (K_j)	$0,4 \cdot 4427 + 0,6 \cdot 4626 = 4546,4$	$0,4 \cdot 4344 + 0,6 \cdot 4626 = 4513,2$

Самый большой показатель NW -критерия применительно к последней матрице (он же и наилучший) в нашем примере соответствует решению X₁.

Следовательно, по двум критериям, используемым для нахождения оптимального решения в условиях неопределенности, лучшим является решение X₁, т.е. сбыт продукции предприятия по системе распределения “Канал 1”.

Выбор критерия должен осуществляться с учетом конкретной специфики решаемой задачи и в соответствии с поставленными целями, а также опираясь на прошлый опыт и собственную интуицию менеджера. В частности, использование критериев применительно к матрице потерь Сэвиджа позволяет любыми путями избежать большого риска при выборе стратегии, а значит, избежать боль-

¹ Иванов Д.А. Логистика. Стратегическая кооперация. М. : Вершина, 2006.

² Бродецкий Г., Игнашенков К. Выбор способа организации работы распределительного центра торговой компании при многих критериях в условиях риска // Логистика. 2013. № 3. С. 24-31.

³ Там же.

⁴ Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности. М. : Academia, 2010.

⁵ Бродецкий Г.Л., Левина Т.В. Возможность неадекватного выбора в задачах многокритериальной оптимизации логистических систем // Логистика и управление цепями поставок. 2008. № 1. С. 51-62.

⁶ Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. : пер. с англ. М. : Олимп-Бизнес, 2005.

Поступила в редакцию 02.07.2014 г.