

УДК 656.61.07:519.863

**С. П. Онищенко**, доктор экономических наук,  
заведующий кафедрой организации таможенного  
контроля на транспорте Одесского  
национального морского университета  
**А. Р. Сираев**, аспирант кафедры организации  
таможенного контроля на транспорте Одесского  
национального морского университета

### ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПОРТНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Подано економіко-математичну модель, що дозволяє оптимізувати в комплексі параметри транспортного забезпечення та параметри систем розподілу експортної продукції: ринки збуту, ціни, умови поставок.*

*Представлена економіко-математическая модель, позволяющая оптимизировать в комплексе параметры транспортного обеспечения и параметры систем распределения экспортной продукции: рынки сбыта, цены, условия поставок.*

*This article presents a mathematical model that allows to optimize the complex parameters of transport support and distribution systems settings export - markets, prices and conditions of supply.*

**Ключевые слова.** Распределительная система, организация, транспортное обеспечение, оптимизация, рынок сбыта.

**Введение.** Суть распределения – доведение продукции от производителя до конечных потребителей. При этом распределение может рассматриваться как с маркетинговой, так и с логистической точек зрения. Каждый уровень рассмотрения обуславливает специфические задачи организации и управления распределительными системами. Объектом маркетинга в распределении является *продукция (товар)*, логистика оперирует *материальным потоком* – продукцией в движении и с приложением к ней логистических операций в рамках определенного промежутка времени. *На маркетинговом уровне* элементами распределительной системы являются участники каналов распределения – производитель, посредники, потребители. В свою очередь, физическое перемещение товара предусматривает выполнение множества логистических операций (складирование, упаковку, транспортировку и т. д.), что происходит в соответствующей *логистической распределительной системе*.

Итак, под *системой распределения с маркетинговой точки зрения (простейшей распределительной системой)* будем понимать: совокупность элементов – продавец – покупатель (точки продажи); множество взаимосвязей между элементами – организационных, транспортных, юридических, финансовых и т. д.; взаимосвязи с внешней средой.

Любая система характеризуется *наличием главной цели*, которой подчинена деятельность всех элементов. Для распределительных систем на маркетинговом уровне главная цель может быть определена одним из вариантов: *максимизация объемов продаж при обеспечении определенного уровня эффективности; максимизация прибыли при обеспечении определенного уровня объемов продаж.*

Транспортное обеспечение – важнейший элемент в организации функционирования систем распределения. Этому вопросу посвящается значительное количество соответствующей научной и научно-практической литературы (например, [1–3]), но в данных работах проблема

© С. П. Онищенко, А. Р. Сираев, 2012

---

выбора или оценки эффективности варианта транспортного обеспечения заключается в определении, по сути, способа транспортировки, выбора вида транспорта, оптимизации маршрутов и графиков движения транспортных средств. Такой комплекс задач возникает в тех ситуациях, когда условия организации транспортировки определены с высокой степенью детализации.

На маркетинговом уровне транспортное обеспечение должно исследоваться в совокупности с определением рынков сбыта, цен, условий поставок с учетом рыночной ситуации, политики предприятия и стратегических перспектив его развития. Кроме того, при агрегированном рассмотрении проблемы организации транспортного обеспечения возникает, например, многовариантность с точки зрения условий использования транспортных средств: долгосрочная аренда, покупка, договор на оказание услуг транспортировки. Таким образом, многие производственные предприятия в качестве варианта организации транспортного обеспечения систем распределения используют собственные транспортные средства. Указанная тенденция распространяется и на область морских перевозок.

Отметим, что спецификой морского транспорта является то, что аренда судов может осуществляться *на различных условиях (бербоут-чартер, тайм-чартер, рейсовый чартер [4])*, в результате чего формируются различные варианты организации транспортного обеспечения, и некоторые из них могут служить хорошей альтернативой приобретения судов, что не характерно для других видов транспорта. С этой точки зрения проблема транспортного обеспечения практически не изучается, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

**Постановка задачи.** Целью данной статьи является *разработка экономико-математической модели*, позволяющей определять оптимальный для маркетинга вариант организации транспортного обеспечения (на примере морского транспорта) распределительной системы. Так как морской транспорт участвует в распределении экспортной продукции, то именно такие распределительные системы и будут рассматриваться в дальнейшем.

С маркетинговой точки зрения, *распределение экспортной* продукции с участием морского транспорта может осуществляться следующим образом:

- производители или трейдеры *не берут на себя организацию морской транспортировки* продукции покупателям (импортерам), продажа осуществляется на базисах поставки (EXW, FCA, FAS, FOB);
- *продавцы принимают на себя ответственность* за морскую перевозку (например, используются базисы поставки CFR, CIF).

Под *организацией транспортного обеспечения распределительной системы* будем понимать *совокупность*

- *транспортных средств* (количество, технико-эксплуатационные и экономические характеристики),
- *условий их работы* (рейсовое фрахтование, тайм-чартер, бербоут-чартер, собственные суда),
- *распределение ответственности и рисков* в процессе осуществления поставок между экспортером – импортером в соответствии с транспортными условиями контракта.

Вопросы транспортного обеспечения могут рассматриваться на *стратегическом и тактическом уровнях*. *Тактический уровень* связан с решениями текущего характера и, как правило, они предполагают фрахтование судна на условиях рейсового чартера или организацию транспортировки контейнеров с товаром посредством линейных перевозчиков. На стратегическом уровне принимаются решения, направленные, как минимум, на годовой отрезок времени, поэтому именно в рамках разработки общих стратегических перспектив и маркетинговой стратегии в частности могут быть приняты решения о фрахтовании судна в тайм-чартер, бербоут-чартер или приобретении собственного транспортного средства с це-

лью самостоятельного обеспечения доставки экспортируемой продукции на соответствующих базисах поставки (рис. 1).

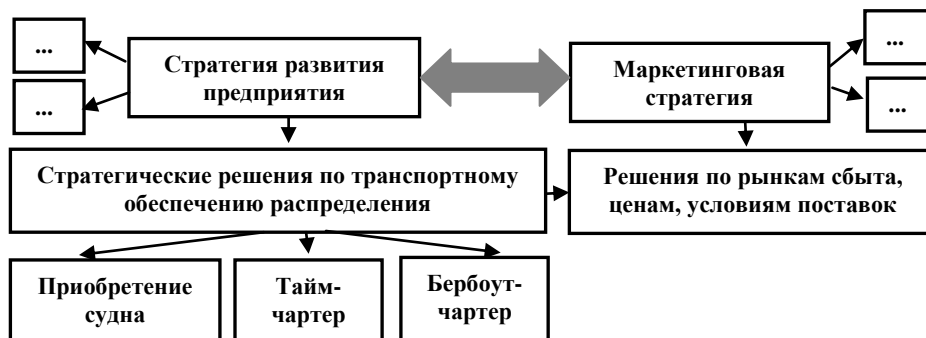


Рис. 1. Место задачи оптимизации транспортного обеспечения в системе стратегических решений предприятия

Как отмечалось выше, на маркетинговом уровне задача выбора наиболее эффективного варианта организации транспортного обеспечения рассматривается в совокупности с решениями по рынкам, то есть *установлением для экспортера* (при наличии возможности выбора): *рынков сбыта, объемов поставок продукции, условий и вариантов осуществления поставок в рассматриваемом периоде*. То есть с учетом производственных и коммерческих (маркетинговых) ограничений требуется определить такие размеры поставок на различные рынки сбыта, условия поставок и вариант организации транспортного обеспечения, чтобы *обеспечивался максимум суммарной прибыли за рассматриваемый период*.

**Результаты исследования.** Для решения данной задачи сформулируем оптимизационную экономико-математическую модель. Принципиальная схема рассматриваемой ситуации представлена на рис. 2.

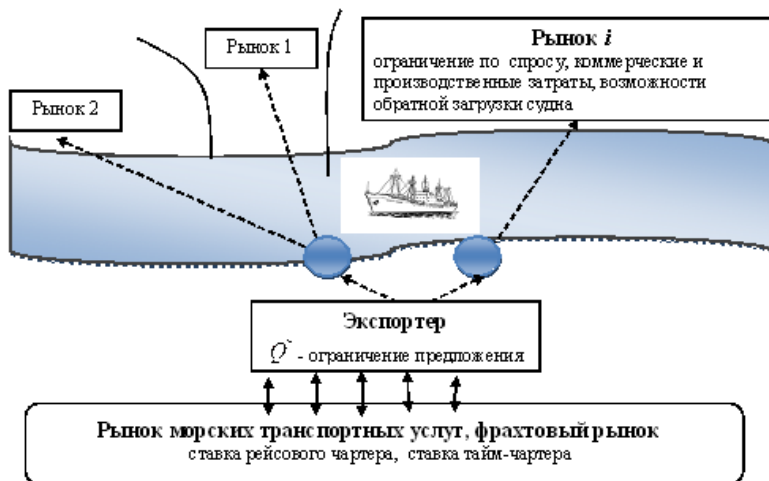


Рис. 2. Принципиальная схема моделируемой ситуации

Введем следующие обозначения:  $k$  – вариант транспортного обеспечения,  $k = \overline{0,2}$ :  $k = 0$  – морская перевозка осуществляется покупателем,  $k = 1$  – рейсовый чартер,  $k = 2$  – тайм-чартер (вариант приобретения судна или фрахтования в бербоут-чартер для упрощения модели не рассматривается, полагаем, что речь идет о годовом горизонте планирования);

$Q_{ik}$  – объем поставок на  $i$ -й рынок,  $i = \overline{1,n}$  с использованием  $k$ -го варианта транспортного обеспечения;  $Q_i^*$  – ограничения по возможностям реализации продукции на  $i$ -м рынке;  $Q^*$  – ограничение по возможностям производства продукции для реализации на рассматриваемых рынках;  $R_k^{com}(\sum_{k=0,1,2} Q_k)$ ,  $R_k^{pr}(\sum_{k=0,1,2} Q_k)$  – соответственно, коммерческие и производственные затраты, связанные с поставкой продукции на  $i$ -й рынок с использованием различных вариантов транспортного обеспечения;

$C_{ik}(Q_{ik})$  – цена продажи товара на  $i$ -м рынке с использованием  $k$ -го варианта организации транспортного обеспечения (не ограничивая общности, считаем, что при  $k = 0$  используются базис-поставки FOB, при  $k = 1,2$  – CIF);

$f_i^{peic}$  – ставка рейсового чартера при доставке товара на  $i$ -й рынок, дол./т (полагаем, что грузоподъемность судна зафиксирована с учетом особенностей партионности поставок и портов перевалки,  $P_i$  – провозная способность рассматриваемой категории судов на направлении  $i$ -го рынка);

$R_i^t(\sum_{k=0,1,2} Q_k)$  – стоимость доставки до порта отправления при доставке на  $i$ -й рынок, дол./т;  $f^{t-ch}$  – ставка тайм-чартера, дол./сут,  $T^{t-ch}$  – срок тайм-чартера, в ситуации годового планирования принимается равным одному году;

$R_i^{перекспл}(Q_{ik})$  – эксплуатационные затраты фрахтователя по судну в случае тайм-чартера (в этом варианте фрахтователь оплачивает переменные затраты – топливо, портовые сборы и т. д.);

$f_i^{peic} \cdot Q_i^{об}$  – сумма фрахта за перевозку грузов по рейсовому чартеру в обратном направлении (в направлении от рынка сбыта) – по сути, дополнительный доход, обусловленный коммерческим использованием судна на период тайм-чартера, в свободное от основных перевозок время. Полагаем, что  $Q_i^{об} = v \cdot g_{i2} \cdot F_i$ , где  $v$  – коэффициент, учитывающий вероятность обратной загрузки судна на рассматриваемом направлении;  $g_{i2}$  – доля времени работы судна (судов) на  $i$ -м рынке сбыта при аренде в тайм-чартер (второй вариант транспортного обеспечения);  $G$  – максимально допустимое количество арендованных в тайм-чартер судов – пожелания руководства.

Так как критерием оптимальности решения рассматриваемой задачи является прибыль, то сформулируем выражения прибыли по отдельному рынку для различных вариантов организации транспортного обеспечения:

$$\begin{aligned} & \left[ \sum_{i=1}^n \left( C_{ik}(Q_{ik}) - R_k^{com}(\sum_{k=0,1,2} Q_k) - R_k^{pr}(\sum_{k=0,1,2} Q_k) - R_i^t(\sum_{k=0,1,2} Q_k) - f_i^{peic} \cdot Q_i^{об} \right) \right] - R_i^{перекспл}(Q_{ik}) \quad (1) \\ & \left[ \sum_{i=1}^n \left( C_{ik}(Q_{ik}) - R_k^{com}(\sum_{k=0,1,2} Q_k) - R_k^{pr}(\sum_{k=0,1,2} Q_k) - R_i^t(\sum_{k=0,1,2} Q_k) - f_i^{peic} \cdot Q_i^{об} \right) \right] \end{aligned}$$

где  $R_{ik}(Q_{ik})$  – затраты на морскую транспортировку при поставках продукции на  $i$ -й рынок с использованием  $k$ -го варианта организации транспортного обеспечения;

$$R_0(Q_0) = 0 \quad (2)$$

$$R_i(Q_i) = f_i \cdot Q_i \quad (3)$$

$$R_i(Q_i, g_{i2}) = f_i \cdot Q_i - R_i^{t-ch}(g_{i2}) \quad (4);$$

$\Pi_i^{don}(g_{i2})$  – дополнительная прибыль, за счет коммерческого использования взятого в тайм-чартер судна (судов) – перевозка грузов в обратном от рынка сбыта направлении. С учетом того, что обратная загрузка определяется  $g_{i2}$ , то и дополнительная прибыль зависит от этого параметра, что учтено в (1).

Суммарная прибыль от экспортируемой продукции составит:

$$\begin{aligned} \Pi = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{k=0,1,2} (C_{ik}(Q_{ik}) \cdot Q_{ik} - R_{ik}(Q_{ik}, g_{i2})) - R_i^n \left( \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \right) - R_i^{np} \left( \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \right) - \right. \\ \left. - R_i^{kom} \left( \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \right) + \Pi_i^{don}(g_{i2}) - R^{t-ch} \left( \sum_{i=1}^n g_{i2} \right) \right] \quad (5) \end{aligned}$$

где  $R^{t-ch} \left( \sum_{i=1}^n g_{i2} \right)$  – корректировка затрат, связанных с тайм-чартером; в (4) используется доля времени работы судна на определенном рынке сбыта, фактически же судно может какое-то время не работать, а оплата тайм-чартера производится за весь рассматриваемый период:

$$R^{t-ch} \left( \sum_{i=1}^n g_{i2} \right) = f^{t-ch} \cdot \left( \left\lceil \sum_{i=1}^n g_{2,i} \right\rceil - \sum_{i=1}^n g_{2,i} \right) \quad (6)$$

где  $\left\lceil \sum_{i=1}^n g_{2,i} \right\rceil$  – округление до больше целого (вообще говоря,  $\left\lceil \sum_{i=1}^n g_{2,i} \right\rceil \geq 1$ , то есть в тайм-чартер могут быть взяты несколько судов).

Формируем экономико-математическую модель для решения рассматриваемой задачи:

$$\begin{aligned} \Pi = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{k=0,1,2} (C_{ik}(Q_{ik}) \cdot Q_{ik} - R_{ik}(Q_{ik}, g_{i2})) - R_i^n \left( \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \right) - R_i^{np} \left( \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \right) - \right. \\ \left. - R_i^{kom} \left( \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \right) + \Pi_i^{don}(g_{i2}) - R^{t-ch} \left( \sum_{i=1}^n g_{i2} \right) \right] \rightarrow \max_{Q_{ik}, g_{i2}} \quad (10) \end{aligned}$$

$$\sum_{k=0,1,2} Q_{ik} \leq Q_i^*, \quad i = \overline{1, n}; \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=0,1,2} Q_{ik} = Q^*; \quad (12)$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n g_{i2} \right] \leq G; \quad (13)$$

$$Q_i \leq P_i \cdot g_i \cdot \bar{V}_i; \quad (14)$$

$$g_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \quad (15)$$

$$Q_{ik} \geq 0, i = \overline{1, n}; k = 0, 1, 2. \quad (16)$$

Целевая функция (10) отражает стремление максимизации суммарной прибыли от реализации продукции на различных рынках сбыта за рассматриваемый период времени; (11) – ограничение по возможностям каждого рынка сбыта; (12) – ограничение по производственным возможностям компании; (13) – ограничение по количеству судов, арендованных в тайм-чартер; (14) – ограничение по провозной способности судов, взятых в тайм-чартер; (15), (16) – условия неотрицательности параметров управления.

Отметим, что практически все параметры, характеризующие задаваемые условия в данной задаче (объем спроса, цены, расходы), носят вероятностный характер, поэтому для учета их возможных изменений может быть использован подход, представленный в [5], в соответствии с которым:

а) корректируются составляющие целевой функции (10) следующим образом

$$R_{il}(Q_{il}) = (f_i^{peic} + k \cdot \sigma_{f_i^{peic}}) \cdot Q_{il}, \quad (17)$$

где  $\sigma_{f_i^{peic}}$  – среднеквадратическое отклонение  $f_i^{peic}$  (поведение  $f_i^{peic}$  описывается нормальным законом распределения [4, 6]),  $k$  – коэффициент, определяемый функцией Лапласа в зависимости от задаваемой вероятности возможных отклонений от математического ожидания. Тогда (17) отражает расходы на транспортировку по рейсовому чартеру с учетом возможных (с заданной вероятностью) отклонений ставки фрахта. Таким образом, после подобной корректировки выражение целевой функции будет отражать худший из возможных вариантов прибыли;

б) либо модель дополняется ограничением, отражающим максимально допустимое отклонение прибыли, которое может быть сформулировано путем учета возможных отклонений всех составляющих (10).

**Выводы.** В данной статье представлена экономико-математическая модель (10) – (16), позволяющая находить оптимальный вариант организации транспортного обеспечения экспортных систем распределения (с участием морского транспорта). Данная модель соответствует *маркетинговому уровню* рассмотрения организации транспортного обеспечения, которое определяется в совокупности с отбором рынков сбыта, установлением условий поставок с целью максимизации прибыли от реализации продукции с учетом рыночных и производственных ограничений, специфики рынков сбыта с точки зрения коммерческих и производственных затрат.

Результаты, изложенные в данной статье, могут быть использованы для обоснованного принятия решений стратегического характера по различным аспектам организации и осуществления поставок экспортной продукции с участием морского транспорта.

---

#### Литература

1. Транспортная логистика : учебник для транспортных вузов / под общей ред. Л. Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2003. – 512 с.
2. Николаев Д. С. Транспорт в международных экономических отношениях: проблемы экономики и организации товародвижения в хозяйственных связях / Д. С. Николаев. – М. : Международные отношения, 1984. – 208 с.
3. Бауэрсокс Д. Дж Логистика: интегрированная цепь поставок : пер. с англ / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Д. Клосс – М. : Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
4. Рылов С. И. Внешнеторговые операции морского транспорта / Рылов С. И., Мимха А. А., Березов П. Н. – М. : Транспорт, 1996 . – 206 с.
5. Онищенко С. П. Моделирование оптимальной траектории развития предприятия с учетом вероятностной природы внешних условий и упущенных выгод / С. П. Онищенко, Ю. Г. Лысенко // Модели управления в рыночной экономике : сб. науч. тр. ДонНУ. – 2009. – Вып. 12. – С. 140–152.
6. Онищенко С. П. Моделирование процессов организации и функционирования системы маркетинга морских транспортных предприятий / Онищенко С. П. – Одесса : Феникс, 2009. – 328 с.

