

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ

А.В. Усов, О.В. Кошелев

Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

Теоретически обоснованы и разработаны математические подходы оценки функционирования морских торговых портов (МТП) и формирования ориентированной на возрастание прибыли стратегии МТП.

Морские торговые порты (МТП) играют существенную роль в обеспечении надежности транспортно-экономических связей государств. Они создают условия эффективной реализации мировых хозяйственных связей, поскольку находятся на стыке различных транспортных систем [1].

В современных условиях, когда национальные морские пароходства практически полностью потеряли позиции на мировых и отечественных рынках морских перевозок, а судостроительные и судоремонтные предприятия не соответствуют требованиям времени по материально-техническому состоянию, морские торговые порты могут стать источником финансового пополнения отрасли. Правильно избранная стратегия развития МТП, которая базируется на тщательном изучении тенденций формирования и динамики грузопотоков, позволит мобилизовать использование производственно-технологического, научно-технического, финансово-экономического, социального и организационного потенциалов предприятий в направления, которые обеспечивают надежную конкуренцию на рынке транспортных услуг.

Одной из возможностей оценивания показателей деятельности порта на перспективу есть принятие оптимальных методов. С помощью данного аппарата возможное решение следующих заданий:

- анализ структуры и объема переработки грузов с целью наиболее эффективного использования имеющихся мощностей и складского хозяйства. Ступенью эффективности усилий в этом направлении можно считать максимизацию дохода, полученного МТП от основного направления всей деятельности;

- анализ объема и структуры расходов на единицу переработки грузов (в разрезе разных номенклатурных позиций – видов грузов) с целью минимизации фактической себестоимости и улучшения структуры расхода.

Поскольку конечной целью этого достижения есть разработка стратегии роста дохода МТП, необходимо определить возможности улучшения (оптимизации) данного показателя при разных ограничениях, продиктованных реальными условиями функционирования исследованного предприятия – МТП. В связи с тем, что целью данной работы является изучение влияния на доход стохастических факторов динамики (вероятность факторов – например, влияние на себестоимость рабочей силы, влияние на доход динамично изменчивых процедур принятия управленческим аппаратом решений, которое непосредственно выбирается в конкретных условиях пользователя) и создание информационной базы для имитационного моделирования.

В последнее время в работах [2,3] предпочтение отдается аналитическим методам, поскольку имитационный метод требует значительных расходов денег и времени. В сравнении с имитационным, аналитический подход гарантирует успех каждого, кто желает расширить границы области использования методов математического

моделирования. Они дают преимущества во времени обработки данных, что способствует их широкому практическому использованию [4].

Воспользуемся более жесткими процедурами поиска (принятия) решения в контексте классических методов оптимизации. Кроме указанного, о полезности выбора такого аппарата для такого достижения свидетельствует следующее:

- избранная нами математическая процедура поиска решений позволяет изучать и оценивать влияние на достигнутый показатель достаточно представительного комплекса факторов;

- метод позволяет рассматривать значение всех используемых показателей динамики за определенные часовые периоды;

- избранная нами процедура позволяет пользователю гибко настраиваться на эксперимент (указывая допустимое значение искажения результатов исследования, итераций и т.д.);

- в пользу выбора данного аппарата свидетельствуют его простота и доступность: пользователь может легко изменить набор исходящих факторов в зависимости от задания, которые стоят перед ним;

- кроме того, избранная процедура – достаточно апробированный аппарат, который может быть использован практиками.

Использование методов оптимизации облегчается наличием современных компьютерных технологий и пакетом прикладных программ, одним из которых есть модуль «поиск решений», реализованный в пакете EXCEL [4,5]. Модуль позволяет провести анализ разных альтернатив принятий решений. При этом в ходе проведения модельных экспериментов с помощью перенастройки реализуются не только исходящие данные в меру их конкретизации (что особо важно в ходе проведения исследований на перспективу), но на другие параметры проведения экспериментов. Возможно также многосценарное решение конкретных заданий.

С учетом вышеприведенных заданий построим математическую модель, после чего остановимся на основных аспектах моделирования и анализа полученных результатов.

Поиск наилучшего объединения привлеченных к переработке данным портом объема и номенклатуры грузов есть ключевым заданием для управленческого аппарата. Под наилучшим понимается объем и структура грузооборота, которого может достичь МТП без расширения собственных производственных мощностей при практическом решении проблемы максимизации дохода в долгосрочном периоде. Чтобы разработать количественные параметры такого грузооборота, воспользуемся следующей моделью (Модель 1).

Модель 1.

Необходимо определить такие объемы переработки грузов (X_{ikt}), чтобы достичь максимального объема дохода от деятельности МТП (в разрезе многономенклатурных вариантов).

$$P_k = \sum_i \sum_t (X_{ikt} * Z_{ikt} - X_{ikt} * S_{ikt}) \Rightarrow \max, \quad i \in I,$$

$$P_{ikt} = X_{ikt} * Z_{ikt} - X_{ikt} * S_{ikt}$$

при заданных ограничениях: $V_{ikt}^{\min} \leq X_{ikt} \leq V_{ikt}^{\max}; \quad i \in I,$

$$X_{ikt} \leq VK_{ikt}; i \in I, \quad \sum_1 X_{ikt} \leq V_{ikt}^{sum}; i \in I1,$$

где i – индекс номенклатурной позиции (тарифной группы грузов); I – множество индексов номенклатурных позиций (видов грузов); $I1$ – множество индексов номенклатурных позиций (за исключением контейнеров); $I2$ – множество индексов номенклатурных позиций (в разрезе контейнерных грузов); $I=I1 \cup I2$; k – индекс МТП (объекта исследования); t – индекс временного шага (периода исследований); X_{ikt} – объемы груза переработки i -ой номенклатурной позиции по k -му МТП в t -м периоде; S_{ikt} – себестоимость переработки единицы груза i -ой номенклатурной позиции в t -м периоде по k -му МТП; Z_{ikt} – аккордная ставка НРР единицы грузов i -ой номенклатурной позиции в t -м периоде в k -ом МТП; P_{ikt} – доход k -го МТП в t -м периоде от НРР i -ой номенклатурной позиции; P_k – общий доход от НРР k -го МТП за весь исследуемый период; V_{ikt}^{\min} , V_{ikt}^{\max} – соответственно минимальная и максимальная пропускная способность k -го МТП по i -ой номенклатурной позиции в t -ом периоде; VK_{ikt} – общая пропускная способность состава k -го МТП по i -ой номенклатурной позиции и t -м периоде; V_{kt}^{sum} – общая пропускная способность k -го МТП во всех номенклатурных позициях (кроме контейнерных перевозок) в t -м периоде.

Грузооборот (по объему и структуре) есть основным фактором, который определяет как уровень доходов, так и сумму расходов, необходимых для освоивания предложенных для переработки грузов и получения для этого соответственных доходов. Для максимизации дохода (в условиях жестко закрепленных на государственном уровне тарифов НРР в МТП) необходимо обоснованно сократить расходы, то есть определить оптимальную структуру расходов на единицу переработки грузов в разрезе контейнерных номенклатурных позиций.

С этой целью предлагается использование Модели 2, с помощью которой исследуем оптимальную структуру себестоимости переработки единицы отдельного груза, что позволит минимизировать расходы по обработке этого грузопотока в определенном МТП.

Модель 2

$$\sum_z S_{izkt} \Rightarrow \min$$

при следующих ограничениях:

$$S_{izkt}^{\min} \leq S_{izkt} \leq S_{izkt}^{\max}, z \in J; J = J1 \cup J2,$$

$$\sum_z S_{izkt} / \sum_z S_{izkt} \leq PROC_{ikt}$$

$$z \in J1 \quad z \in J2$$

где z – индекс статьи расходов; J – множество индексов всех статей расходов;

$J1$, $J2$ – множества индексов статей расходов, которые соответственно относят к измененным и постоянным видам расходов; S_{izkt} – объем расходов на единицу i -ой номенклатурной позиции по z -ой статье по k -му МТП в t -м периоде;

S_{izkt}^{\min} , S_{izkt}^{\max} – соответственно минимальная и максимальная границы возможных объемов расходов на единицу i -ой номенклатурной позиции по z -ой статье по k -му МТП в t -ом периоде; $PROC_{ikt}$ – наиболее эффективное процентное соотношение между измененными и постоянными расходами в общей структуре расходов на единицу i -ой номенклатурной позиции по k -му МТП в t -ом периоде.

Как указано выше, для реализации приведенных моделей использовался инструментальный модуль «Поиск решений» системы EXCEL. Общую постановку задания поиска решений можно представить математически в следующем виде.

Необходимо выбрать такие управления

$$\{U(0), U(1), \dots, U(N-1)\},$$

которые принадлежат области $U(t) \in \Omega$; $t=0, 1, \dots, N-1$, чтобы по закону движения

$$X(t+1) = f[X(t), U(t)]; t=0, 1, \dots, N-1$$

определить фазовую траекторию $\{X(0), X(1), \dots, X(N)\}$ с начальным условием $X(0)=x_0$, таким, чтобы удовлетворить условиям $X(N)=x_1$ и достичь MIN(MAX) функционала

$$J = \sum_{t=0}^{N-1} f(X(t), U(t)) + F(X(N), U(N)).$$

Управление и траектория, которые соответствуют решению данного задания, есть оптимальные.

Реализация приведенных выше моделей способами модуля «Поиск решений» требует определения следующих параметров:

- фазового вектора $X(t)$ и фазовых координат;
- управляющего вектора $U(t)$ и управляемых параметров, на которые накладываются ограничения;
- начальных и конечных условий;
- закона движения;
- параметров задачи;
- целевого функционала.

Таким образом, определению подчиняется целевая функция, сосредоточенная и ограниченная, которая будет учитываться в процессе анализа.

Целевая сосредоточенность (целевая функция) – это сосредоточенность модели рабочей страницы EXCEL, для которой необходимо найти максимальное, минимальное или изначально заданное значение (в предложенных моделях 1 и 2 – это максимум и минимум соответственно).

Переменные сосредоточенности (переменные, значение которых определяется; параметры управления) – это сосредоточенности, от которых зависит значение целевой сосредоточенности.

Поиск решений отбирает значения переменных сосредоточенностей до тех пор, пока не будет найдено решение. Фактически, это сосредоточенности, которые пользователь использует в качестве переменных.

В модели 1 в качестве переменных выступают объемы переработки грузов по всем наиболее интересным для конкретного МТП объектам исследований номенклатурных позиций (видов грузов). В разрезе избранных для исследования часовых периодов (у нас – кварталов, поскольку это главный часовой и отчетный промежуток времени для

отечественных МТП). Рассматривая вопросы максимизации дохода, определяем доходы и расходы МТП от ПРР. При этом не рассчитываются доходы и расходы на сохранение грузов и использование вспомогательных работ. Основным видом услуг МТП, что формирует доход от основной деятельности, есть именно ПРР.

В модели 2 переменными есть *сосредоточенности*, которые содержат объемные значения по статьям расходов на единицу переработки грузов по выбранным видам для исследования МТП. За каждым грузопотоком выбирались предприятия, в грузообороте которых груз, себестоимость переработки которого рассматривается, занимает значительную удельную долю. Кроме этого, в этих МТП есть перспектива для наращивания объемов его переработки. Ограничения – это значения сосредоточенности, которые должны находиться в определенных границах и устраивать целевые значения. Ограничения могут накладываться как на целевую функцию, так и на переменные сосредоточенности.

В приведенных моделях 1 и 2 ограничения накладываются на переменные сосредоточенности.

Определение необходимых параметров, а также вспомогательных параметров для проведения экспериментов (необходимой точности, расчетов, часовых ограничений, если они существенны, математического подхода, параметров отчетов) позволяют реализовать решения оптимального задания и получить результаты в виде исследуемых альтернатив. Подробная технология работы с модулем «Поиск решений» приведена в работе [5] с системой EXCEL и не требует детального рассмотрения. Остановимся более детально на основных моментах проведенных расчетов с помощью моделей 1 и 2 (апробацию проведено на фактических данных МТП Украины).

Оптимальная структура грузооборота, рассчитана с использованием модели, при использовании и сохранении действующих тарифов на ПРР, обеспечивает увеличение дохода до 81376,68 тыс. долларов США.

Фактически полученный доход порта за услуги с ПРР в 2001-2003 гг. составлял 44728,0 тыс. долларов США.

Главной причиной в расхождении данных был комплекс как внутренних, так и внешних факторов, которые способствовали значительному отличию структуры грузооборота, определенной моделью 1 от фактических.

Таблица 1 – Доход от выполнения ПРР Ильичевского МТП в 2001 – 2003 гг., тыс. долларов США

| Год | 1-й квартал | 2-й квартал | 3-й квартал | 4-й квартал | За год |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 2001 | 6273,0 | 3929,0 | 1709,0 | 3467,0 | 15378,0 |
| 2002 | 3256,0 | 3313,0 | 3615,0 | 3382,0 | 13566,0 |
| 2003 | 4250,0 | 2807,0 | 4223,0 | 4504,0 | 15784,0 |
| В общем | 13779,0 | 10049,0 | 9547,0 | 11353,0 | 44728,0 |

По наливным (растительное масло), нагружаемым (железная руда) грузам фактически объем переработки значительно ниже, чем прогнозируемый оптимальный вариант. Это связано как с внешними причинами (наличие аналогичных комплексов в других портах Украины, обострение конкуренции за грузопотоки с портами соседних государств, в первую очередь России, колебание рынков сбыта упомянутых товаров, то есть и объемов их перевозок морским транспортом), так и внутренними. Ильичевский МТП с целью увеличения дохода стремится изменить структуру грузооборота в пользу высоко тарифных генеральных и

контейнерных грузов. Эти традиционные для предприятия грузопотоки были частично утрачены, что привело к необходимости привлечь дополнительные объемы нагружаемых грузов, развивать мощность для их обработки. Исследования ПРР МТП от 2003 г. показали увеличение части *тарно-штучных* грузов в своем грузообороте с одновременным снижением частицы массовых грузов. Этим и объясняется, что фактические объемы переработки руды, растительного масла, зерна оказались ниже прогнозируемых значений.

В то же время значительно более высокими, чем прогнозировалось, были объемы переработки удобрений (хлор калия) и черных металлов. Однако наиболее «узким местом» есть такая номенклатурная позиция, как контейнеры (пустые). За грузовыми контейнерами ситуация выравнивается и существенно улучшается начиная с 2002 – 2003 гг.

ВЫВОДЫ

1 Построение оптимальных по критерию максимизации доходов от ПРР плана объема и структуры грузооборота в разрезе контейнерных грузов для определенного МТП с учетом его фактических возможностей позволяет на основе сравнения с фактическими данными определить направление поиска резервов; определить грузопотоки, которые могут быть привлечены в порт и освоены существующими мощностями без дополнительных инвестиций. Это позволяет оперативно оценивать результативность реализации избранного стратегического набора, помогает определиться с необходимостью и направлением внесения в него изменений.

2 Расчеты, выполненные на основе статистических данных о производственных возможностях и результатах деятельности МТП с которыми конкурирует предприятие, позволяют создать достаточно четкие представления о возможных направлениях их рыночной активности. Особо важным в современных условиях является то, что необходимо учитывать обострение конкуренции за грузопотоки на внутреннем рынке транспортных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аракелов Ф. Развитие российских портов Черного и Каспийского морей //Порты Украины. – 2003. - №6. – С. 64-68.
2. Краев В.И., Пантин А.А. Экономика морского транспорта. – М.: Транспорт, 1990. – 411с.
3. Гончаров М.Ю. Системный факторный анализ экономических процессов на транспорте. – К.: Логос, 1999. -423 с.
4. Бочаров В.В. Финансовое моделирование . – СПб, Питер, 2000. – 208с.
5. Додж М., Кината К., Стинсон К. The cobgroup. Эффективная работа в EXEL 7,0: Пер. с англ. – СПб : Питер, 1998.-1040 с.

Усов А.В., д-р техн. наук, профессор, ОНПУ,
г. Одеса;
Кошелев О.В., инженер, аспирант, ОНПУ,
г. Одеса

Поступила в редакцию 29 марта 2007 г.