

## ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА

### МОДЕЛЬ ТЕКУЩЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВНЕШНЕТОРГОВОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ

Ю. М. БАШ

(Москва)

Анализ системы текущего планирования советской внешней торговли [1, 2] показывает, что существуют реальные возможности применения экономико-математического моделирования для нахождения оптимальных вариантов плана практически на всех стадиях его разработки при условии согласованного решения всего комплекса плановых задач на различных ступенях иерархической системы внешней торговли.

В настоящее время в СССР уже рассмотрен ряд проблем, связанных с построением экономико-математических моделей оптимизации внешней торговли как отрасли в рамках всего социалистического народного хозяйства [3—4].

Во многих случаях эффективным оказывается применение современных методов оптимального планирования и на других уровнях системы внешней торговли, в том числе во всесоюзных внешнеторговых объединениях. В частности, оптимизационные расчеты во внешнеторговых объединениях целесообразно проводить в период, непосредственно предшествующий реализации внешнеторговых планов, т. е. в тот период, когда внешнеторговое объединение получает для исполнения утвержденный директивными органами план внешней торговли.

Необходимость проведения специальных расчетов, связанных с оптимальной реализацией внешнеторговых планов, определяется, в первую очередь, тем временным разрывом, который существует между периодом подготовки плана и периодом его реализации. Как известно, в проект плана по ряду товаров закладываются так называемые «плановые цены». Разумеется, существует большая вероятность того, что цены, по которым надо будет реализовывать товар в следующем году, будут отличаться от плановых цен. Это обстоятельство и может повлечь за собой целесообразность некоторого перераспределения плана экспорта и импорта.

Следует учесть, что конкретное, с необходимой степенью агрегирования распределение товаров по рынкам в рамках общих показателей, установленных планом, также требует нахождения оптимального решения, с возможно наибольшей полнотой отражающего сложившуюся на внешних рынках ситуацию. Такое перераспределение можно было бы производить после утверждения плана внешней торговли соответствующими органами, непосредственно перед началом планового периода.

Анализ оптимизационных моделей внешней торговли, разработанных в европейских социалистических странах [5—10], позволяет сделать вывод, что они не полностью отвечают требованиям, предъявляемым к ним в условиях производства и внешней торговли СССР.

В частности, в этих моделях не учитываются показатели, связанные с пространственной протяженностью страны-экспортера. Между тем этот фактор играет большую роль в задаче об оптимальной реализации плана внешней торговли. Действительно, реальные отгрузки экспортных товаров осуществляются через различные выходные пункты, морские и сухопутные, географическое расположение которых по отношению к странам-импортерам влияет на уровень цен фоб (франко-вагон пограничная станция СССР), выручаемых внешнеторговым объединением. Таким образом, план экспорта в период, предшествующий его реализации, может быть подвергнут детализации в отношении наиболее выгодного распределения по выходным пунктам различных экспортных грузов.

Сформулируем теперь модель оптимальной реализации плана экспорта для всесоюзного внешнеторгового объединения.

Как известно, при подготовке проекта годового плана внешней торговли в качестве основных выдвигаются задачи дальнейшего расширения внешнеторговых связей и повышения экономической эффективности внешней торговли. При постановке задачи оптимальной реализации плана экспорта из этих двух задач главенствующее значение приобретает вторая, и в данном случае следует исходить из заранее определенных планом экспортных фондов, т. е. необходимо потребовать полной реализации



этих фондов и в то же время исключить из рассмотрения возможность получения дополнительных фондов.

Сформированная в плане товарная структура экспортных фондов позволяет свести задачу повышения эффективности экспорта к требованию максимально возможного увеличения валютной выручки. Вообще говоря, для повышения экономической эффективности экспорта важную роль играют два фактора: снижение затрат по осуществлению экспорта и улучшение валютных результатов. Однако, при условии фиксации внутренних затрат по экспорту, теоретически вполне правомерной является постановка оптимизационной задачи на максимизацию валютной выручки\*. Такая постановка приводит в итоге к необходимости решения задачи о наиболее выгодном распределении по странам фондов, выделенных для продажи согласно плану экспорта.

При формировании оптимального плана следует обеспечить дифференцированный подход к различным странам и валютным зонам. Прежде всего необходимо предусмотреть выполнение обязательств по торговле с социалистическими странами; эти обязательства зачастую включают конкретные товарные позиции, что почти не оставляет возможностей для перераспределения экспорта. Тем не менее, если такая возможность все же возникает, ее необходимо использовать для достижения наилучшего общего результата, задаваясь требованием, в целях сбалансированности внешней торговли, получить запланированный суммарный объем валютной выручки в переводных рублях при торговле со странами-членами СЭВ в рамках Международного банка экономического сотрудничества (МБЭС).

Торговля с капиталистическими странами, осуществляемая на основе клиринговых соглашений, как правило, связана с необходимостью достижения нетто-баланса по каждой стране. Значит, валютная выручка, запланированная для таких стран по каждому внешнеторговому объединению, должна быть обязательно обеспечена, поскольку эти величины входят в торговый баланс с каждой страной. Решающим фактором является здесь неконвертируемость валют, что может приводить к таким нежелательным явлениям, как образование нереализуемых резервов в той или иной замкнутой валюте.

Результаты торговли на свободно конвертируемую валюту выносятся в критерий оптимальности, т. е. вводится требование достижения максимальной валютной выручки в свободно конвертируемой валюте.

Для общей математической формулировки этой целевой функции введем следующие обозначения:  $x_{ij}$  — неизвестное количество товара  $i$ , экспортируемое в страну  $j$ ;  $p_{ij}$  — цена фоб, которую можно выручить за товар  $i$  при продаже его в страну  $j$ ;  $p_{ij}x_{ij}$  — общая сумма валютной выручки за весь проданный в страну  $j$  товар  $i$ . Хотя все страны со свободно конвертируемой валютой мы будем рассматривать как одну валютную зону, тем не менее, исходя из существования различных цен на один и тот же товар в различных странах этой зоны, для полного построения целевой функции просуммируем валютную выручку от возможных продаж всех наших экспортных товаров во все страны со свободно конвертируемой валютой. Таким образом, целевая функция задачи принимает следующий вид

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=M_2+1}^m p_{ij}x_{ij} \rightarrow \max,$$

где  $n$  означает число товаров, предполагаемых к экспорту в страны со свободно конвертируемой валютой, и этим странам приписываются номера от  $M_2 + 1$  до  $m$ .

В таком виде целевая функция фигурирует в нескольких моделях региональной оптимизации экспорта, сформулированных в ряде европейских социалистических стран. Необходимо отметить, однако, следующее обстоятельство. В рассмотренной выше формулировке целевой функции неявно подразумевается, что весь товар, поставляемый в какую-либо страну, проходит через один и тот же выходной пункт страны-экспортера, т. е. здесь не принимается во внимание географическая протяженность страны-экспортера. Это, очевидно, означает, что с точки зрения вывоза товаров вся страна понимается как точка на карте, откуда выходит весь экспорт. Такое допущение является оправданным для европейских социалистических стран, обладающих сравнительно небольшой территорией, но явно не годится для условий советской внешней торговли, принимая во внимание размеры нашей страны и значительное число выходных пунктов (как морских, так и сухопутных). Следовательно, закономерно будет предположить, что цены фоб на товар, вывозимый в какую-нибудь страну, различаются в зависимости от пункта выхода, поэтому вводим третий индекс

\* Следует подчеркнуть, что при этом очень большое значение имеет вопрос формирования структуры экспортных фондов. Определение этой структуры необходимо проводить, опираясь на расчеты экономической эффективности внешней торговли.



в обозначения переменных и внешнеторговых цен, соответствующий определенному выходному пункту, через который может осуществляться экспорт в данную страну. Таким образом, будем иметь:  $x_{ijk}$  — объем экспорта товара  $i$  в страну  $j$  через выходной пункт  $k$ . Соответственно, цену фоб при экспорте товара  $i$  в страну  $j$  через выходной пункт  $k$  будем обозначать  $p_{ijk}$ . Поэтому целевая функция принимает следующий вид

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=M_2+1}^m \sum_{k=1}^r p_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \max,$$

где  $r$  — общее число выходных пунктов.

Таким образом, целью хозяйственной деятельности экспортирующей организации является (при определенных ограничениях) достижение максимально возможной величины выручки в свободно конвертируемой валюте, получаемой при экспорте всех возможных товаров во все страны со свободно конвертируемой валютой\* через все возможные выходные пункты нашей страны.

Рассмотрение реальных условий, в которых приходится проводить свою деятельность внешнеторговому объединению, показывает, что их можно разделить на две относительно самостоятельные группы. Первая из них характеризует различные условия, связанные с внутренним производством и распределением, вторая — отражает условия, характеризующие ситуацию на внешних рынках.

Как уже отмечалось выше, модель направлена на оптимальное перераспределение плана экспорта. При этом подразумевается, что фонды, выделенные согласно плану поставки товаров для экспорта, остаются неизменными при перераспределении. Поэтому необходимо сформулировать требование о том, чтобы для каждого товара  $i$  суммарное его количество, намечаемое к продаже в различные страны, равнялось имеющемуся экспортному фонду этого товара, который обозначим через  $a_i$ . С учетом введенных ранее обозначений для переменных это условие будет иметь вид

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r x_{ijk} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Такие условия должны быть записаны для каждого из имеющихся в распоряжении объединения товаров.

Следующая группа ограничений связана с ограниченной пропускной способностью выходных пунктов. Если максимальную пропускную способность пункта  $k$  по отношению к товару  $i$  обозначить через  $f_{ik}$ , то это ограничение можно записать

$$\sum_{j=1}^m x_{ijk} \leq f_{ik}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, \dots, r.$$

Это означает, что полное количество товара  $i$ , поставляемое во все страны через выходной пункт  $k$ , не должно превышать предельной пропускной способности этого пункта.

Рассмотрим теперь ограничения, вытекающие из системы условий, непосредственно связанных с внешними рынками. При этом будут учитываться две группы ограничений, обусловленные ограниченной емкостью (как сверху, так и снизу) внешних рынков, а также необходимостью выполнения ряда валютных условий.

При формулировании ограничений на емкость рынков будем исходить из того, что на любом рынке  $j$  может быть продано не более  $b_{ij}^1$  единиц экспортируемого нашей страной товара  $i$ . Величина  $b_{ij}^1$  представляет собой верхний предел для возможностей нашего экспорта товара  $i$  на рынке  $j$ . Нужно также учитывать минимально необходимые количества ряда товаров, которые должны быть проданы на некоторых рынках. Эти минимально необходимые обязательные для продажи количества (обозначим их  $b_{ij}^0$ ) могут быть обусловлены либо существованием уже заключенных долгосрочных контрактов, либо условиями, оговоренными в торговых соглашениях, либо необходимостью поддержания традиционных торговых связей и т. д. Таким образом, ограничения на емкость рынков имеют вид

$$b_{ij}^0 \leq \sum_{k=1}^r x_{ijk} \leq b_{ij}^1, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

\* К этой же валютной зоне будем относить страны, торговля с которыми осуществляется на основе клиринговых соглашений со свободно конвертируемым салдо.



Это условие означает, что суммарный объем товара  $i$ , поставляемого на рынок  $j$  через все возможные выходные пункты  $k$ , должен быть ограничен наперед заданными величинами — верхним и нижним пределами емкости рынка по данному товару.

Здесь необходимо подчеркнуть следующее обстоятельство. Во всех сформулированных до настоящего времени моделях оптимизации внешней торговли подразумевалось (явным или неявным образом), что минимально необходимые обязательства по экспорту должны быть удовлетворены, и поэтому оптимизации подлежал лишь свободно распределяемый остаток экспортных фондов.

В предлагаемой же постановке оптимизации подлежит весь имеющийся фонд экспортных товаров, поскольку даже минимально необходимые обязательства по поставке в ряд стран допускают варианты решения в связи с множественностью выходных пунктов.

Запишем теперь рассмотренные выше ограничения в соответствующей математической форме.

В торговле с социалистическими странами-членами МБЭС будем требовать достижения запланированной для этих стран суммарной валютной выручки, так как расчеты между ними осуществляются (с 1 января 1964 г.) на многосторонней основе. В соответствии с этой системой социалистическая страна для обеспечения равновесия торгового баланса необязательно должна добиваться сбалансирования по торговле с каждой страной; ей достаточно обеспечить баланс поставок и платежей в целом со всеми странами-членами МБЭС. Таким образом, сбалансированность торговли между каждой парой стран-членов МБЭС является достаточным, но не необходимым условием осуществления взаимной торговли внутри МБЭС. Таким необходимым и достаточным условием является сбалансированность торговли в целом по всем странам МБЭС.

Отсюда следует, что ограничение, накладываемое на валютную выручку в торговле со странами-членами МБЭС, приобретает вид

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{M_1} \sum_{k=1}^r p_{ijk} x_{ijk} = S^0,$$

где  $S^0$  — суммарная валютная выручка в торговле с социалистическими странами-членами МБЭС, предусмотренная исходным планом. Суммирование в этом ограничении производится по всем социалистическим странам-членам МБЭС.

Для остальных социалистических, а также капиталистических стран необходимо требовать обеспечения запланированной валютной выручки от экспорта по каждой стране в отдельности. Эти ограничения имеют форму

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r p_{ijk} x_{ijk} = S_j, \quad j = M_1 + 1, M_1 + 2, \dots, M_2.$$

Через  $S_j$  здесь обозначается заложенная в исходный план валютная выручка от экспорта всех товаров номенклатуры данного внешнеторгового объединения в страну  $j$ .

Наконец, в систему ограничений необходимо ввести еще естественные условия неотрицательности всех переменных.

Применение построенной модели на уровне отдельных внешнеторговых объединений в рамках общей разрабатываемой автоматизированной системы планирования и управления внешней торговлей должно обеспечить дальнейший рост экономической эффективности советской внешней торговли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. К. Г. Воронов, К. А. Павлов. Организация и техника внешней торговли СССР, М., «Международные отношения», 1966.
2. Внешняя торговля социалистических стран (вопросы теории), М., «Международные отношения», 1966.
3. Б. С. Фомин, Г. З. Давидович, Б. П. Алейников. К анализу внешней торговли в оптимальном плане. Экономика и матем. методы, 1966, т. 2, вып. 5.
4. Г. Л. Шагалов, Г. З. Давидович. Линейные модели оптимизации внешнеторгового оборота (обзор). Экономика и матем. методы, 1968, т. IV, вып. 3.
5. A. Nagy, T. Liptak. A Short-Run Optimization Model of Hungarian Cotton Fabric Exports. Economics of Planning, 1963, vol. 3, N 2.
6. G. Otto. Optimierung der territorialen Struktur des Aussenhandels. Aussenhandel, 1963, N 3, 6.
7. A. Marton, M. Tardos. Short-Run Optimization of the Commodity Pattern by Markets of Foreign Trade. Economics of Planning, 1964, vol. 4, N 2.



8. В. Тшецяковский. Модель текущей оптимизации внешней торговли и ее применение. Внешняя торговля, 1964, № 6.  
 9. Д. Стоянов. Възможности за приложение на някои математически методи във външнотърговските изследования. Външна търговия, 1964, № 10.  
 10. G. Grote, D. Schulmeister. Probleme der Planung des Aussenhandels im Sozialismus. Aussenhandel, 1967, N 11.

Поступила в редакцию  
10 I 1969

## ОПТИМАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В. М. ЕФИМОВ

(Москва)

Заметка посвящена изучению свойств оптимальных оценок двухэтапной задачи линейного стохастического программирования [1, 2]. Результаты изучения позволяют назвать эти оценки ценами оптимального плана.

### 1. ТЕОРЕМА РАВНОВЕСИЯ

Пусть отрасль, состоящая из  $N$  предприятий, выпускает  $m$  видов продукции;  $b$  —  $m$ -мерный вектор, характеризующий спрос на продукцию, выпускаемую отраслью;  $i$ -е предприятие выпускает продукцию (необязательно всех  $m$  видов) при помощи  $r_j$  технологических способов, которые собраны в матрицу  $A_j$  размерности  $m \times r_j$ ;  $x_j$  —  $r_j$ -мерный вектор интенсивностей использования технологических способов на  $j$ -м предприятии;  $c_j$  —  $r_j$ -мерный вектор, компоненты которого характеризуют издержки от эксплуатации технологических способов с единичной интенсивностью;  $X_j$  — множество допустимых интенсивностей (оно предполагается выпуклым, замкнутым) на  $j$ -м предприятии (ограниченность основных фондов и т. д.). Элементы матрицы  $A_j$  и векторов  $b$  и  $c_j$  нам заранее точно не известны (действительно, нормы потребления и выпуска (элементы матриц  $A_j$ ) подвержены стохастическим колебаниям, издержки от эксплуатации технологических способов в связи с этим также стохастически колеблются, а спрос на продукцию такой отрасли, как швейная, да и многих других также случаен). Предполагается, что вероятностное распределение этих случайных параметров объективно существует.

Отраслевой план  $x = (x_1, \dots, x_N)$ , его размерность равна  $n = \sum_{j=1}^N r_j$ , при-

ходится принимать до реализации случайных величин. Поэтому после того, как допустимый план  $x_j \in X_j$  принят и случайные параметры реализовались, мы, вообще го-

воря, получим дисбаланс  $z = b - \sum_{j=1}^N A_j x_j$ . По одним продуктам, выпускаемым

отраслью, будет дефицит ( $z_i > 0$ ), по другим — перепроизводство ( $z_i < 0$ ). Перепроизводство влечет за собой дополнительные потери от хранения перереализованной продукции или ее продажи по сниженным ценам, недопроизводство также нежелательно для отрасли, так как влечет за собой снижение ее реализованной продукции и, следовательно, уменьшение отчислений во всевозможные поощрительные фонды\*. Пусть потери от недопроизводства единиц продукции характеризуются  $m$ -мерным вектором  $q^1$ , а от перепроизводства —  $m$ -мерным вектором  $q^2$ . После того как план  $x = (x_1, \dots, x_N)$  принят и случайные параметры реализовались, отрасль минимизирует свои потери по ликвидации невязки. Решаем следующую задачу линейного программирования

$$(q^1, y^1) + (q^2, y^2) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$y^1 - y^2 = b - \sum_{j=1}^N A_j x_j, \quad (2)$$

$$y^1 \geq 0; \quad y^2 \geq 0. \quad (3)$$

\* Предполагается, что отраслевое министерство работает на хозрасчете.