

Регион: экономика и социология, 2011, № 2, с. 19–45

**МНОГОРЕГИОНАЛЬНАЯ
ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ:
РЕАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ
И СОВРЕМЕННАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ**

В.И. Суслов

ИЭОПП СО РАН

Аннотация

Показана неправомерность критики межотраслевых моделей, проводимой под лозунгом «динозавры вымирают». Даны общие сведения о межотраслевых моделях пространственного развития, разработанных и используемых в ИЭОПП СО РАН. Основное внимание уделено новой спецификации таких моделей, включающей новации, существенно расширяющие изучаемые области возможных состояний пространственной экономической системы.

Ключевые слова: межотраслевые модели, пространственные (многорегиональные) экономические системы, убывающая доходность, прямая и двойственная задачи, макрофинансовые балансы

Abstract

The criticism of inter-sectoral models made under a «dinosaurs become extinct» slogan proves to be groundless. The paper presents the information about the inter-sectoral models of spatial development worked out and applied by IEIE SB RAS. A special focus is on new elements, i.e. innovations, included into such models which allow extending a research sphere of economic spatial structures.

Keywords: inter-sectoral models, spatial (multiregional) economic systems, diminishing returns, primal-dual tasks, macro-financial balance sheets

Оптимизационные межотраслевые межрегиональные модели (ОМММ), в которых региональные межотраслевые модели (input-output) объединяются посредством способов межрегиональных связей и условий выравнивания региональных уровней потребления населения, предложены более 40 лет назад А.Г. Гранбергом. Практически сразу они стали использоваться в ИЭОПП СО АН СССР (РАН) в качестве инструмента прикладного анализа отраслевых и пространственных темпов и пропорций социально-экономического развития страны и теоретического анализа закономерностей развития и особенностей равновесных состояний пространственных экономических систем [1, 2]. После некоторого перерыва в 1990-х годах с начала 2000-х годов возобновился интерес к исследованиям средне- и долгосрочных перспектив развития страны и ее регионов и к использованию ОМММ в этой работе, что потребовало заметной модификации таких моделей.

Прежде чем переходить к изложению существа проблемы, стоит обратить внимание на не всегда обоснованные и нередко явно предвзятые нападки на модели межотраслевого типа и вообще на нормативные, балансовые модели, в частности на модели, основанные на классической теории оптимизации. Данный вопрос становится все более актуальным для дальнейшего развития методологии и методики экономического анализа.

Критики совершенно правы: в этих моделях нет реальных субъектов экономики и нет их интересов. Хотя именно действия экономических субъектов, порожденные их интересами и стремлениями, «образуют» экономическое развитие. Из этой верной посылки делается неверный вывод: таким моделям нет места в экономической теории и практике (это «динозавры», время которых прошло). Он неверен потому, что межотраслевые модели, нормативные модели, использующие балансовый принцип, обладают другими достоинствами, отсутствующими у «моделей субъектной экономики».

Такие модели, во-первых, описывают «поле возможностей», выйти за границы которого, какими бы сильными ни были интересы субъектов экономики, нельзя. Нельзя потребить (использовать) продукции в регионе, вывезти из него, оставить в запасах на конец периода больше, чем ее было в запасах на начало периода плюс ввезено в регион и произведено в нем. Это требование баланса. Его нарушить невозможно. Все экономические «игры» могут происходить только на этом поле. Во-вторых, такие модели позволяют математически точно решать задачи поиска особых состояний экономической системы, «хороших» и «плохих» в разных смыслах, экстремальных и равновесных. «Модели субъектной экономики» использовать в таком режиме весьма затруднительно.

Оценивая достоинства межотраслевых моделей, можно еще вспомнить, что ни экономическая теория, ни практика экономического моделирования не предложили пока более надежных приемов описания межотраслевых связей (если немного обобщить – межсубъектных связей).

В то же время следует понимать, что именно с развитием «моделей субъектной экономики», которые по своей структуре адекватны (конечно, в разной степени) реальным экономическим системам и алгоритмы получения «решений» которых имитируют реальные механизмы функционирования экономических систем, связывается возможность широкого применения в экономике натуральных экспериментов (эксперимент проводится не непосредственно с реальной экономикой, что практически невозможно, а с ее моделью) и приобретения экономической наукой необходимых черт «точных» наук. Тем не менее в ряде случаев «модели-задачи» (в частности, межотраслевые, нормативные, оптимизационные) оказываются намного полезнее таких «моделей-имитаций».

В этой связи вспоминается высказывание академика В.Л. Макарова, директора Центрального экономико-математического института РАН, сделанное им на одном из семинаров в 1990-х годах. Он обратил внимание слушателей на то, что все многовековые попытки сделать летательный аппарат на основе имитации махания крыльев птицы не имели успеха. Но современные самолеты (тем более, вертолеты), по-

строенные на совершенно иных принципах, превосходят птиц в десятки и сотни раз по большинству параметров. Так и межотраслевые (нормативные, балансовые, оптимизационные) модели.

Рассматривая критику межотраслевого и вообще балансового, нормативного подхода, нельзя обойти вниманием интервью члена-корреспондента РАН И.Г. Поспелова, заведующего сектором математического моделирования экономических структур Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН [3]. Он приводит несколько аргументов в пользу ослабления значения, а то и полной потери значимости межотраслевого баланса, а следовательно, и межотраслевых моделей. Главное, по мнению И.Г. Поспелова, заключается в усилении значения тиражируемых благ, например информационных. Информационные продукты, произведенные один раз, могут продаваться (тиражироваться) много раз. Поэтому принцип баланса к ним неприменим.

Однако, во-первых, информационные продукты по мере включения их в экономический оборот и в сферу интеллектуальной собственности становятся все больше похожими на обычные продукты и ресурсы, которые в результате не очень замысловатых приемов можно включить в балансы. Но это, во-вторых, не очень важно. Можно обойтись и без балансов этих продуктов. Главное, что ресурсы на их производство входят в «обычные» балансы. При этом полезно помнить, что принцип баланса – это фактически закон сохранения экономической материи, которая ниоткуда не берется и никуда не исчезает. А не бухгалтерский прием, как об этом говорит И.Г. Поспелов, объясняя, что такое, по его мнению, балансовый принцип: «кто-то продукт или ресурс отдает, а кто-то его получает».

С этой позиции: балансовый принцип есть фундаментальный закон сохранения – следует оценивать целый ряд «мелких» уколов в адрес межотраслевого подхода (которые, безусловно, локально справедливы): «коэффициенты становятся все более неустойчивыми», «статистика перестала быть такой достоверной, как была раньше», «сейчас важнее спросовые ограничения разного рода, а технологические связи, наоборот, становятся очень слабыми».

Второй (после тиражируемых благ) серьезный аргумент: все очень усложнилось со времени возникновения межотраслевого подхода (30-е годы XX в.). Странно слышать такое от специалиста по информационным технологиям (а называть это одной из заметных причин краха СССР – просто наивно). Известно, что экзафлопсные машины (10^{18} операций с плавающей точкой в секунду) будут способны создавать виртуальный мир (в частности, с помощью «моделей-имитаций»), неотличимый от реального. Требуется скачок на три-четыре порядка, который, по-видимому, произойдет за 10–15 лет. А уже современные информационно-коммуникационные технологии при надлежащей политической воле способны революционизировать сферу статистики.

Приводится еще и третий «серьезный» аргумент. Оказывается, «государственная статистика отказалась от межотраслевых балансов» в 2004 г. после перехода к классификациям продукции по видам экономической деятельности, что якобы исключает возможность разработки межотраслевых балансов. До этого, опять же якобы, «у нас собирали статистику в разрезе как раз межотраслевого баланса – какие продукты на производство каких продуктов израсходованы». Ни то, ни другое не верно. Мировая статистика уже давно (а недавно и российская) разрабатывает межотраслевые балансы в разрезе видов экономической деятельности, а вот наша регулярная статистика никогда (к сожалению) не собирала информацию о том, «какие продукты на производство каких...» (этим занималась, например, украинская статистика, а в России и СССР для разработки межотраслевых балансов проводились специальные, весьма дорогостоящие статистические обследования).

При всем уважении к Игорю Гермогеновичу (о замечательных работах, выполненных лично им и его коллективом, речь идет и в упомянутом интервью) хотелось бы представить ему позицию академика В.Л. Макарова. Являясь активным и последовательным сторонником развития вычислимых моделей общего равновесия, экспериментальной экономики (т.е. «моделей-имитаций»), В.Л. Макаров не ставит под сомнение полезность и продуктивность межотраслевых моделей.

Особо хотелось бы отметить позицию редакции журнала «Эксперт», опубликовавшего интервью И.Г. Поспелова (при всем уважении к этому журналу). Интервью было снабжено весьма тенденциозной преамбулой, усиливающей, вероятно, по мнению редакции, позицию И.Г. Поспелова. Достаточно одной цитаты: «Однако в 1970-е Запад практически отказался от использования балансовых моделей для оценки ситуации в экономике и планирования экономического развития. В Советском Союзе макроэкономическая модель “затраты – выпуск” оставалась основным инструментом планирования экономики, и в 1991 году экономика рухнула. Впрочем, попытки западных экономистов создать новые макроэкономические модели успехом не увенчались, свидетельством чего может служить нынешний кризис» [3, с. 40]. Здесь три предложения – три грубых «передегивания».

Уже несколько десятилетий раз в два года сотни экономистов, представляющих десятки авторитетных организаций, собираются на мировые форумы под эгидой Международной ассоциации Input-Output (ИОА). Есть надежда, что один из очередных форумов состоится в Санкт-Петербурге. Эти люди будут очень удивлены, если им сказать: «...Запад практически отказался...».

Библиометрический анализ, проведенный на базе метасистемы EconLit, показал, что относительное количество публикаций, имеющих код микрообласти С67 Input-Output Models, сократилось с 1991 г. почти в 2 раза. Сокращение это объяснимо, поскольку таким кодом снабжаются работы, в которых развивается метод, а модели «затраты – выпуск» уже весьма развиты. Зато относительное число публикаций, которые в библиографическом описании просто имели словосочетание «input-output» (т.е. в которых применялся метод), не уменьшилось нисколько, а по некоторым направлениям, например по экологическому, увеличилось лавинообразно [4].

Утверждение о том, что «в Советском Союзе макроэкономическая модель “затраты – выпуск” оставалась основным инструментом планирования экономики», не имеет, к сожалению, никакого отношения к действительности. А ложные корреляции типа «увлекся межотраслевыми моделями – получи крах или в лучшем случае кризис» и обсуждать не стоит.

Возвращаясь к основному содержанию данной статьи, следует отметить, что вплоть до настоящего времени ОМММ в прикладных расчетах использовалась как инструмент построения двух-трех вариантов развития экономики. Это «легкий» путь разработки сценариев развития, не допускающий применения модельного аппарата в качестве инструмента анализа широких областей возможных перспектив развития и оценки эффективности (народно-хозяйственной) различных вариантов динамики, различных состояний пространственной экономической системы, различных проектов, имеющих общенациональное или межрегиональное значение.

Модель без «настраивающих» ограничений в силу своей линейности генерирует сверхвысокую эластичность решений по входным параметрам. Даже небольшое их изменение может привести к значительным, содержательно не объяснимым изменениям оптимальных планов.

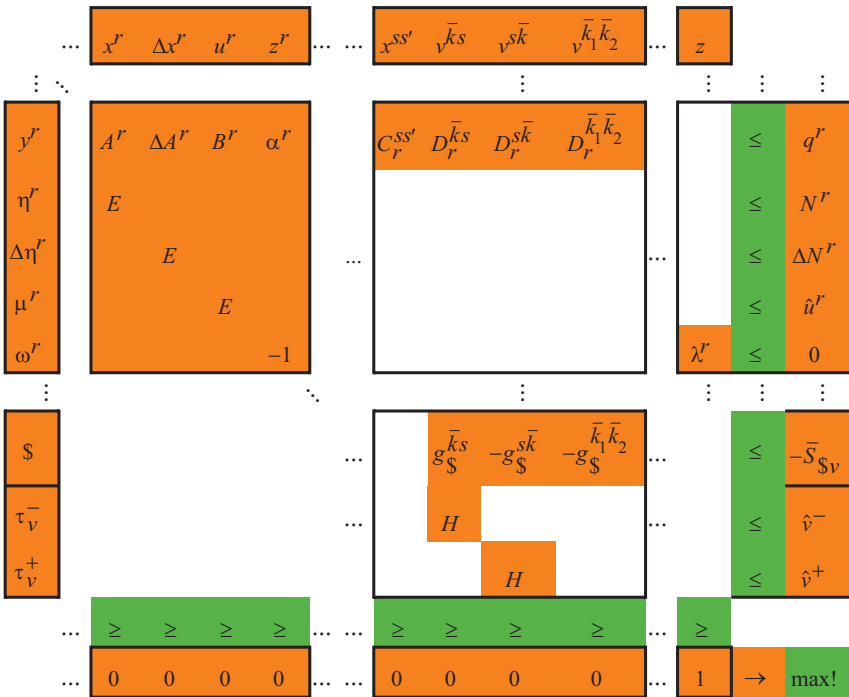
Теперь в модель введены элементы нелинейности:

- падающая эффективность затрат: каждая дополнительная единица прироста производства обеспечивается возрастающими затратами инвестиций (из микроэкономики известно, что эффективность затрат, будучи, как правило, падающей, может быть в некоторых производствах и некоторых ситуациях растущей; в данном случае речь идет о другом – о расширении производства за счет нового строительства, и факт падения эффективности затрат связан с ограниченностью эффективных инвестиционных проектов);
- падающая эффективность сегментов внешнего рынка: каждая дополнительная единица экспорта реализуется по все более низкой цене, а каждая дополнительная единица импорта приобретает по все более высокой цене.

Последний тезис следует прокомментировать. Россия – большая страна, поэтому цены мирового рынка в торговле с ней оказываются эластичными по отношению к объемам российского экспорта-импорта. Введение в модель таких зависимостей влечет за собой требование вхождения всех российских макрорегионов в таможенный союз. По

существо, это нормально до тех пор, пока Россия – единая страна. Но в некоторых процедурах коалиционного анализа такое ограничение может оказаться обременительным.

Теперь, после введения элементов нелинейности (поскольку эти нелинейности выпуклы, они легко линеаризируются и не создают дополнительных вычислительных проблем), возникает возможность настроить модель на представление широких областей возможных вариантов развития пространственной системы. Структуру регионального блока многорегиональной межотраслевой модели в прямой и двойственной постановке в новой спецификации можно представить так, как это показано на рисунке (первый столбец – двойственные оценки



Региональный блок модернизированной многорегиональной межотраслевой модели

ограничений, изображенные как столбцы, но являющиеся строками; первая строка – переменные прямого плана, представленные на схеме как строки, но являющиеся столбцами).

На этом рисунке для обозначения **объемов производства** на старых (имеющихся, введенных до начала планового периода) мощностях по-прежнему используется символ x , например: x_j^r – объем производства продукции j -й отрасли (вида деятельности) в r -м регионе. Величины старых мощностей, выступающие верхними границами для этих переменных, будут обозначаться N .

x^r, N^r – векторы этих величин в r -м регионе.

Объемы производства на новых (вновь вводимых) мощностях – Δx , а верхние границы для них – ΔN . Следствием введения падающей эффективности затрат на производство (ограниченности эффективных инвестиционных проектов) является использование дополнительного индекса для этих величин: $\Delta^i x, \Delta^i N$. С увеличением i растут затраты на производство (как правило, инвестиционные затраты).

$\Delta x^r, \Delta N^r$ – векторы этих величин в r -м регионе.

Объемы инвестиций обозначаются через u , например: u_j^r – объемы капитальных вложений вида j (это продукция j -й отрасли, являющейся капиталобразующей) в последнем году планового периода в r -м регионе. Важнейшей характеристикой способа этих переменных является отношение суммарных за период инвестиций к инвестициям последнего года. С ростом инвестиций это отношение падает: каждая дополнительная единица инвестиций, произведенных в последнем году планового периода, обеспечивает все меньший прирост суммарных за весь период инвестиций, т.е. она (эта дополнительная единица) увеличивает нагрузку на экономику. Такова особенность используемой постановки модели: инвестиции последнего года – это затраты, поскольку ими является произведенная в последнем году продукция капиталобразующих отраслей (чем ее больше, тем выше затраты), а суммарные за период инвестиции – ресурс инвестиций, дающий возможность увеличить производство продукции на новых мощностях.

Весьма отчетливо это свойство иллюстрируется экспоненциальным законом роста инвестиций, что было показано в многочисленных

прошлых публикациях, а впервые продемонстрировано А.Г. Гранбергом более 30 лет назад. Непосредственно через u обозначаются самые эффективные в этом смысле инвестиции, для которых указанное отношение максимально. Обычно это начальные инвестиции (инвестиции нижней границы интервала линеаризации), их предельная величина (граница сверху) – \hat{u} . Объемы приростов инвестиций – $\Delta^{i_u} u$, со своими верхними границами $\Delta^{i_u} \hat{u}$. С увеличением i_u падает «динамическая» эффективность инвестиций, т.е. уменьшается указанное выше отношение. Обычно это переменные линеаризации закона роста инвестиций, как в случае с экспоненциальным законом роста.

u^r, \hat{u}^r – векторы этих величин в r -м регионе (для каждого вида инвестиций j сначала идут величины u, \hat{u} для нижней границы интервала линеаризации, а потом величины $\Delta^{i_u} u, \Delta^{i_u} \hat{u}$ в порядке падения «динамической» эффективности – по i_u).

Усложнение обозначений *межрегиональных перевозок* продукции связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, с введением в модель разных видов транспорта и разных типов транспортных связей. Причем виды транспорта (железнодорожный, автомобильный и т.д.) не обязательно совпадают с типами транспортных связей. Так, например, в настоящее время используется модель с несколькими видами транспорта, но с одним типом транспортных связей: в способе межрегиональной связи фиксируется структура затрат разных видов транспорта.

Во-вторых, упомянутое усложнение связано с переходом на принцип отражения прямых, а не смежных связей между регионами. Представляются способы связей между всеми возможными парами регионов, а не только парами граничащих регионов. Смысл в том, что общие транспортные затраты по «длинным» связям (между регионами, расположенными далеко друг от друга) меньше суммарных затрат по соответствующей композиции «коротких» (смежных) связей.

Базисное обозначение x^{rs} для перевозки из r -го региона в s -й сохраняется. Добавляется еще один нижний индекс – типа транспортной связи i , так что, например, x_{ij}^{rs} – соответствующая перевозка продукции j -й отрасли по транспортной связи i -го типа. Кроме того, теперь эти переменные участвуют в ограничениях не только ввозящего (s)

и вывозящего (r) регионов, но и всех транзитных регионов. Для транзитных регионов они входят только в балансы транспортной работы.

$x^{ss'}$ – вектор перевозок продукции из s -го региона в регион s' (для каждого вида j перевозимой продукции имеется несколько переменных – по каждому типу транспортных связей).

Переход к отражению в модели прямых **экспортно-импортных связей** был осуществлен несколько лет назад. В результате переменные экспорта и импорта имеют все регионы, а не только те, у которых есть внешние границы. Соответственно, экспортно-импортные способы «проходят» через транзитные регионы. Новым являются введение нескольких внешних рынков и учет международных транзитных перевозок.

Объемы внешнеторговых перевозок предлагается обозначать через v , а внешние рынки индексировать с помощью \bar{k} . Тогда $v^{\bar{k}r}$ (нижний индекс i типа транспортной связи и j вида продукции опущен) – импорт в r -й регион с \bar{k} -го внешнего рынка; $v^{r\bar{k}}$ – экспорт из r -го региона на \bar{k} -й внешний рынок; $v^{\bar{k}_1\bar{k}_2}$ – международный транзит с внешнего рынка \bar{k}_1 на внешний рынок \bar{k}_2 . Эти переменные входят в ограничение на сальдо внешнеторгового баланса, в котором в качестве экспортно-импортных цен используются товарные курсы – отношения мировых цен (соответствующего внешнего рынка) в валюте к внутренним ценам в рублях, а в качестве цены за международный транзит – отношения транзитного тарифа в валюте к внутренним ценам в рублях. Такое ограничение может быть общим для всех регионов, если все они образуют один валютный союз и на всех внешних рынках используется одна валюта. Однако это не обязательно. Данные ограничения могут быть региональными или относиться к разным группам регионов (в зависимости от внутренних валютных соглашений).

Если на разных внешних рынках используются разные валюты, то ограничения на сальдо торгового баланса должны быть по каждому внешнему рынку по отдельности (при этом вопрос о валюте, в которой оплачиваются услуги по международному транзиту, должен решаться специально). Впрочем, возможны компромиссные решения, когда ограничение внешнеторгового баланса остается одним.

При включении в модель зависимости внешних цен от объемов внешних перевозок введенные обозначения для экспорта и импорта (моделирование международного транзита не меняется) остаются только для самых эффективных сегментов внешних рынков, с максимальными ценами по экспорту и минимальными – по импорту. Емкость этих сегментов, т.е. верхние границы для сумм этих переменных по всем регионам, типам транспортных связей и видам внешних рынков, обозначается через \hat{v}^+ для экспорта и \hat{v}^- для импорта (с нижними индексами вида перевозимой продукции). Важное отличие от предыдущих случаев линейной аппроксимации состоит в том, что здесь вводятся верхние границы не для отдельных переменных, а для их сумм по регионам, внешним рынкам и типам транспортных связей.

Теперь объемы приростов экспорта и импорта обозначаются через $\Delta^{i_v} v$ (с нужными верхними и нижними индексами). С увеличением i_v , эффективность сегментов внешних рынков, к которым эти переменные относятся, падает: цены экспортной продукции уменьшаются, цены импортной продукции растут. Верхние границы для сумм этих переменных по всем регионам, типам транспортных связей и внешним рынкам обозначаются как $\Delta^{i_v} \hat{v}^+$ для экспорта и $\Delta^{i_v} \hat{v}^-$ для импорта (также с нижними индексами вида перевозимой продукции).

Такой способ введения эластичности внешних цен от объемов внешней торговли предполагает, что все регионы входят в единый таможенный союз, поскольку ограничения на экспорт и импорт общие для всех регионов.

$v^{\bar{k}s}, v^{s\bar{k}}$ – векторы объемов импорта и экспорта (для каждого вида продукции j и типа транспортных связей i сначала идут переменные v самых эффективных сегментов внешних рынков, а затем $\Delta^{i_v} v$ в порядке падения эффективности сегментов внешних рынков – по i_v).

$v^{\bar{k}_1\bar{k}_2}$ – векторы международного транзита (по видам продукции и типам транспортных связей).

\hat{v}^+ – вектор таможенных квот на экспорт – верхних границ для суммарных по регионам, внешним рынкам и типам транспортных связей объемов экспорта (для каждого вида продукции сначала идут лимиты \hat{v}^+ на емкость самых эффективных сегментов рынков, затем

$\Delta^{i_v} \hat{v}^+$ в порядке падения эффективности сегментов внешних рынков – по i_v).

\hat{v}^- – аналогичный вектор по импортным квотам.

Все представленные выше векторы являются столбцами.

Описание последней группы переменных – **конечного потребления** (непроизводственного потребления, потребления домашних хозяйств и государства) осталось прежним: z, z^r – конечное потребление по системе в целом и в r -м регионе.

Ограничения записываются в канонической форме на « \leq ». Выделяются следующие группы ограничений.

А. Балансовые ограничения. Их три вида: по производимой продукции и услугам, по невоспроизводимым ресурсам и по инвестициям в целом за период. В балансах по продукции в правой части стоят приросты запасов и потери (q_p^r) с обратным знаком. Скалярное произведение этого вектора на вектор соответствующих двойственных переменных (y_p^r), которые играют роль цен продукции, с обратным знаком обозначается как Q_p с верхним индексом региона. Это общая «стоимость» (в двойственных оценках продукции, по своему смыслу играющих роль цен) приростов запасов и потерь продукции.

В используемых до сих пор моделях учитывается один вид ресурса – экономически активное население (трудовые ресурсы). В принципе, их может быть несколько. В правой части этих ограничений фиксируются лимиты ресурсов (L^r , двойственные оценки этих ограничений – y_L^r). Ограничения по инвестициям записываются для каждого вида капиталобразующей продукции (до сих пор таких видов два: машиностроение и строительство). В правой части этих ограничений стоят нули, поскольку лимиты инвестиций эндогенны и зависят от переменных u и Δu (двойственные оценки этих ограничений – y_u^r).

q^r – вектор-столбец правой части данных ограничений (композиция векторов $-q_p^r, L^r, 0$); y^r – вектор-строка двойственных оценок этих ограничений (композиция y_p^r, y_L^r, y_u^r).

Эти ограничения имеют естественный смысл: использовать продукции или ресурсов можно не больше, чем их имеется. Для r -го региона они записываются следующим образом:

$$A^r x^r + \Delta A^r \Delta x^r + B^r u^r + \sum_{s, s'} C_r^{ss'} x^{ss'} + \sum_{\bar{k}, s} D_r^{\bar{k}s} v^{\bar{k}s} + \\ + \sum_{\bar{k}, s} D_r^{s\bar{k}} v^{s\bar{k}} + \sum_{\bar{k}_1, \bar{k}_2} D_r^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} v^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} + \alpha^r z^r \leq q^r.$$

A^r – матрица технологических способов производства продукции и услуг на старых производственных мощностях. Коэффициенты затрат: материальных в балансах продукции, ресурсных в балансах невозпроизводимых ресурсов, инвестиционных (в целом за период, необходимых для поддержания старых мощностей) в балансах по инвестициям – стоят со знаком «плюс». Все компоненты каждого способа-столбца этой матрицы положительны, кроме одной – той, которая стоит в балансе продукции, производимой данным способом. Эта компонента есть соответствующий коэффициент (внутренний, диагональный) материальных затрат минус единица.

π^r – вектор-строка, результат умножения вектора-строки оценок данных ограничений (y^r) на эту матрицу слева, взятый с обратным знаком. Это вектор сверхприбылей по способам производства на старых производственных мощностях. Именно сверхприбылей, так как они равны цене продукции минус все затраты, включая инвестиционные, которые по своему смыслу образуют нормальную прибыль.

ΔA^r , $\Delta \pi^r$ – аналогичные матрицы и векторы для новых, приростных производственных мощностей. Отличие состоит в том, что компонент, соответствующих j -й отрасли, не одна, как в предыдущем случае, а несколько – по числу приростных способов с падающей эффективностью, так что величины сверхприбылей по ним сокращаются. Это сокращение обеспечивает корректность линеаризации нелинейных функций затрат: если в оптимальный план входит i -й по эффективности способ, то обязательно войдут и все предыдущие способы, причем их интенсивности выйдут на свои верхние границы.

B^r – матрица способов производства и использования инвестиций, или способов линеаризации нелинейного закона роста инвес-

тий в r -м регионе. Все ее способы двухкомпонентные. В способах, соответствующих одному виду инвестиций, единицы стоят в балансе продукции данной капиталобразующей отрасли, а в балансе инвестиций данного вида с «минусом» стоят отношения суммарных за плановый период инвестиций к инвестициям последнего года. Первый среди способов, соответствующих одному виду инвестиций, относится к переменной u (представляющей нижнюю границу интервала линейаризации), остальные – к переменным $\Delta^{i_u} u$.

В принципе, эти матрицы могут быть одинаковыми по регионам, если во всех регионах один и тот же закон роста инвестиций линейаризируется в одном и том же интервале (для экспоненциального закона – в одном и том же интервале среднегодовых темпов прироста).

β^r – вектор-строка, результат умножения вектора-строки оценок данных ограничений на эту матрицу слева, взятый с обратным знаком. Это оценки сверэффективности соответствующих способов. В совокупности способов одного вида инвестиций $i_u = 0, 1, 2, \dots$ (индекс $i_u = 0$ здесь используется для первого способа, относящегося к переменной u) они сокращаются, что обеспечивает корректность линейаризации нелинейного закона роста инвестиций.

$C_r^{ss'}$ – **матрица транспортных способов** r -го региона для перевозок из s -го региона в регион s' . Сами способы-столбцы имеют два дополнительных нижних индекса: i – типа транспортной связи и j – отрасли, производящей транспортабельную продукцию. В транспортных строках матрицы (в балансах транспортной работы по видам транспорта) стоят коэффициенты транспортных затрат (соответствующих видов) r -го региона – в пределах его границ – на перевозки продукции из s -го региона в регион s' . Если r -й регион является транзитным для перевозок из s -го региона в регион s' , то все остальные элементы матрицы равны нулю. Если $s = r$, то это способы вывоза продукции из r -го региона в регион s' . В строках-балансах вывозимой продукции стоят единицы. Если $s' = r$, то это способы ввоза продукции в r -й регион из региона s . В строках-балансах ввозимой продукции стоят минус единицы. Остальные элементы матрицы также равны нулю. Для всех прочих пар регионов s, s' , перевозки между которыми не затрагивают r -й регион, эта матрица равна нулю, т.е. соответствующим

щие переменные перевозок продукции не входят в балансы продукции r -го региона.

$p_r^{ss'}$ – вектор-строка, результат умножения вектора-строки оценок ограничений на эту матрицу слева. Если r -й регион является транзитным для перевозок из s -го региона в регион s' , то это транспортные затраты, суммарные по всем видам транспорта, в «стоимостном» выражении (в оценках). $p_r^{rs'}$ – цены франко-граница вывозящего региона: цены (оценки продукции) плюс все транспортные затраты до границы региона. p_r^{sr} – цены франко-граница ввозящего региона: цены минус все транспортные затраты от границы региона, взятые со знаком минус.

Поскольку переменные межрегиональных перевозок не входят больше ни в какие ограничения прямой задачи, можно записать ограничения двойственной задачи для этих переменных. Для переменных $x^{ss'}$ они записываются следующим образом:

$$\sum_r p_r^{ss'} \geq 0.$$

Это означает (с учетом условий дополняющей нежесткости), что если перевозка (конкретного вида продукции по конкретному типу транспортной связи) вошла в оптимальный план и данное ограничение выполняется как равенство, то цена в вывозящем регионе плюс все транспортные затраты по маршруту перевозки равна цене в ввозящем регионе. Если же это ограничение выполняется как строгое неравенство и разница цен ввозящего и вывозящего регионов меньше суммарных транспортных затрат, то продукция не везется по такому маршруту (соответствующая переменная не входит в оптимальный план).

Если речь идет о перевозке между двумя граничащими регионами – из r в s , то при наличии этой перевозки в оптимальном плане выполняется условие (индекс продукции и типа связи опущены) $p_r^{rs} + p_s^{rs} = 0$, что означает: цены франко-граница вывозящего и ввозящего регионов равны между собой и образуют единую для данной пары регионов цену обмена. Если межрегиональная связь включает транзитные регионы, то трактовка цен обмена не так проста, но они существуют и имеют тип франко-граница.

Если рассматриваемый вектор как фрагмент левой части балансовых ограничений $\sum_{s, s'} C_r^{ss'} x^{ss'}$ слева умножить на вектор-строку оценок

этих балансовых ограничений, то образуется величина S^r – сальдо межрегионального обмена r -го региона в ценах обмена, причем транспортные затраты на транзит выступают вывозом транспортных услуг. При оптимальных значениях прямых и двойственных переменных (в силу выполнения условий дополняющей нежесткости) для этих величин выполняется естественное требование

$$\sum_r S^r = 0.$$

$D_r^{\bar{k}s}$ – матрица транспортных способов r -го региона для **импортируемой продукции** в s -й регион с внешнего рынка \bar{k} . По своей структуре она такая же, как $C_r^{ss'}$. Если r – транзитный регион для данной импортной поставки, то ненулевые элементы есть только в строках-балансах транспортной работы (это соответствующие коэффициенты транспортных затрат); если $s = r$, т.е. r -й регион является импортирующим, то в строках-балансах импортируемой продукции ставятся минус единицы. Для остальных s -х регионов эта матрица равна нулю, и соответствующие переменные импорта не входят в балансы r -го региона.

Следует заметить, что для каждого вида продукции и типа транспортной связи способы, различающиеся степенью эффективности сегмента внешнего рынка, одинаковы. То есть столбцы этой матрицы, различающиеся только индексом i_v , одинаковы. Различия этих способов появятся в ограничениях, регулирующих внешнюю торговлю (сальдо внешнеторгового баланса, экспортно-импортные квоты).

$\bar{p}_r^{\bar{k}s}$ – вектор-строка, результат умножения вектора-строки оценок ограничений на эту матрицу слева. В случае если r -й регион транзитный, это суммарные транспортные затраты (в «стоимостном» выражении) данного региона на транзит импортируемой продукции. Если данный регион импортирующий, то это $(\bar{p}_r^{\bar{k}r})$ – цены франко-граница r -го региона для импортируемой продукции, взятые с минусом. Индекс сегментов внешнего рынка по эффективности i_v принимает зна-

чения 0, 1, 2, ..., причем компоненты с индексом 0 относятся к переменным v самых эффективных сегментов внешних рынков.

$$\bar{p}^{\bar{k}s} = \sum_r \bar{p}_r^{\bar{k}s} - \text{внутренние цены франко-граница импортируемой}$$

продукции для страны в целом, взятые с минусом.

$D_r^{\bar{k}\bar{s}}, \bar{p}_r^{\bar{k}\bar{s}}, \bar{p}^{\bar{k}\bar{s}}$ – аналогичные матрица и векторы **для экспортируемой продукции**. Отличие состоит в том, что если $s = r$, т.е. r -й регион является экспортирующим, то в строках-балансах матрицы для экспортируемой продукции стоят не минус, а плюс единицы. Кроме того, $\bar{p}_r^{\bar{k}\bar{s}}$ – цены франко-граница r -го региона, а $p^{\bar{k}\bar{s}}$ – цены франко-граница страны в целом, взятые не с минусом, а с плюсом.

$D_r^{\bar{k}_1\bar{k}_2}, \bar{p}_r^{\bar{k}_1\bar{k}_2}, \bar{p}^{\bar{k}_1\bar{k}_2}$ – аналогичные матрица и векторы **для продукции международного транзита**. Отличие заключается в том, что это только компоненты транспортных затрат. $\bar{p}^{\bar{k}_1\bar{k}_2}$ – суммарные транспортные затраты по всей территории страны. Естественно, указанная матрица равна нулю и соответствующие переменные не входят в ограничения r -го региона, если транзитный маршрут не проходит через данный регион.

Если вектор-столбец рассматриваемого фрагмента левой части балансовых ограничений $\sum_{k,s} D_r^{\bar{k}s} v^{\bar{k}s} + \sum_{k,s} D_r^{\bar{s}\bar{k}} v^{\bar{s}\bar{k}} + \sum_{k_1, k_2} D_r^{\bar{k}_1\bar{k}_2} v^{\bar{k}_1\bar{k}_2}$ умножить слева на вектор-строку оценок данных ограничений, то образуется величина S_v^r – внешнеторговое сальдо r -го региона во внутренних ценах франко-граница данного региона, причем транспортные затраты данного региона на транзит, в том числе международный, выступают вывозом транспортных услуг. Их сумма показывает величину общего сальдо внешнеторгового баланса системы регионов во внутренних ценах:

$$\sum_r S_v^r = S_v.$$

Региональные сальдо экспорта-импорта можно измерить иначе – в ценах франко-граница системы региона в целом:

$$\tilde{S}_v^r = \sum_k (\bar{p}^{\bar{k}r} v^{\bar{k}r} + \bar{p}^{r\bar{k}} v^{r\bar{k}}).$$

Тогда, введя обозначение для общих затрат на международный транзит:

$$S_v^{\leftrightarrow} = \sum_{k_1, k_2} \bar{p}^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} v^{\bar{k}_1 \bar{k}_2}, -$$

можно записать следующее соотношение:

$$\sum_r \tilde{S}_v^r = S_v - S_v^{\leftrightarrow}.$$

α^r – вектор-столбец отраслевой *структуры конечного потребления* в r -м регионе (его компоненты в балансах невоспроизводимых ресурсов и инвестиций – нулевые).

γ^r – скалярное произведение векторов α^r и оценок этих ограничений. Это «стоимость» единицы конечного потребления.

В. Ограничения на старые мощности производства:

$$x^r \leq N^r.$$

η^r – вектор-строка оценок данных ограничений.

Теперь можно записать ограничения двойственной задачи для переменных этой группы:

$$\pi^r \leq \eta^r.$$

В оптимальном решении возможны три случая (индексы региона и отрасли опущены):

- $\pi < \eta = 0$, тогда $x = 0$, способ неэффективен;
- $0 < x < N$, в этом случае $\pi = \eta = 0$ и способ имеет нормальную эффективность;
- $x = N$, тогда $\pi = \eta > 0$, т.е. способ сверхэффективен, а оценку η можно интерпретировать как налог, с помощью которого изымается сверхприбыль.

Скалярное произведение вектора этих верхних границ (правых частей) на вектор оценок плюс аналогичная величина по невоспроиз-

водимым ресурсам группы балансовых ограничений обозначается через Q_R^r . Это «стоимостная» оценка ресурсного потенциала региона.

С. Ограничения на приросты производства, выражающие ограниченность эффективных инвестиционных проектов:

$$\Delta x^r \leq \Delta N^r.$$

$\Delta \eta^r$ – вектор-строка оценок данных ограничений.

Ограничения двойственной задачи для переменных приростов производства:

$$\Delta \pi^r \leq \Delta \eta^r.$$

Смысл этих ограничений и величин такой же, как и для предыдущей группы, но учитывая, что теперь для каждой отрасли есть несколько способов прироста производства с падающей эффективностью, указанные выше три возможных случая можно представить более конкретно. Для каждой отрасли с ненулевым приростом объемов производства в оптимальном решении (индексы региона и отрасли опущены) обычно имеется такой i^* (индекс способа с нормальной эффективностью), что $0 < \Delta^i x < \Delta^i N$, $\Delta^i \pi = \Delta^i \eta = 0$. Если $i < i^*$, то $\Delta^i x = \Delta^i N$, $\Delta^i \pi = \Delta^i \eta > 0$, причем $\Delta^i \pi$, $\Delta^i \eta$ сокращаются по i (падающая эффективность, точнее – сверхэффективность). Если $i > i^*$, то $\Delta^i x = 0$, $\Delta^i \pi < \Delta^i \eta = 0$ (способы неэффективны).

Скалярное произведение векторов этих границ и их оценок обозначается как $Q_{\Delta x}^r$. Это «стоимостная» оценка потенциала роста.

Д. Ограничения на рост инвестиций:

$$u \leq \hat{u}.$$

μ^r – вектор-строка оценок данных ограничений.

Ограничения двойственной задачи для переменных инвестиций:

$$\beta^r \leq \mu^r.$$

Как и для предыдущей группы ограничений, обеспечивающих линеаризацию функций падающей эффективности затрат, в данном слу-

чае для каждого вида инвестиций, ненулевых в оптимальном плане, обычно имеется такой i_u^* , что (индексы региона и вида инвестиций опущены) $0 < \Delta^{i_u^*} u < \Delta^{i_u^*} \hat{u}$, $\beta_{i_u^*} = \mu_{i_u^*} = 0$. Если $i_u < i_u^*$, то $\Delta^{i_u} u = \Delta^{i_u} \hat{u}$, $\beta^{i_u} = \mu^{i_u} > 0$, причем β^{i_u} , μ^{i_u} сокращаются по i_u (падающая эффективность приростов инвестиций). Если $i_u > i_u^*$, то $\Delta^{i_u} u = 0$, $\beta^{i_u} < \mu^{i_u} = 0$.

Скалярное произведение векторов этих границ и их оценок обозначается как Q_u . Это «стоимостная» оценка инвестиционного потенциала региона.

Е. Ограничения на структуру конечного потребления. В каждом регионе имеется одно такое ограничение, фиксирующее долю региона в общем по системе конечном потреблении:

$$-z^r + \lambda^r z \leq 0.$$

ω^r – оценка данного ограничения, т.е. конечного потребления.

Ограничение двойственной задачи для переменной конечного потребления:

$$\gamma^r \geq \omega^r.$$

Поскольку в оптимальном плане эти (целевые) переменные практически всегда положительны, данное ограничение выполняется как равенство. То есть оценка конечного потребления равна «стоимости» единицы конечного потребления.

Это пять групп региональных ограничений. Далее представляются общерегиональные ограничения. Таковых две группы.

Г. Ограничения внешнеторгового баланса. В него входят все переменные v , умноженные на свои цены – товарные курсы валют. В правой части стоит сальдо внешнеторгового баланса во внешних ценах (в валюте) с обратным знаком. Таких ограничений может быть несколько по числу внешних рынков, на которых используются разные валюты. Эти ограничения могут вводиться по отдельным коалициям регионов, если они образуют отдельные валютные союзы. В случае если такое ограничение одно, оно записывается следующим образом (эта запись легко обобщается на случай нескольких ограничений):

$$\sum_{k,s} g_{\$}^{\bar{k}s} v^{\bar{k}s} - \sum_{k,s} g_{\$}^{s\bar{k}} v^{s\bar{k}} - \sum_{k_1, k_2} g_{\$}^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} v^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} \leq -\bar{S}_{\$v}.$$

$\bar{S}_{\$v}$ – сальдо внешнеторгового баланса во внешней валюте.

$g_{\$}^{\bar{k}s}$ – вектор-строка внешних цен (во внешней валюте) продукции, импортируемой в s -й регион с \bar{k} -го внешнего рынка. Это цены СИФ, т.е. цены франко-граница страны – системы регионов. Как уже отмечалось выше, они имеют форму товарных валютных курсов («доллары к рублю»). Падающая эффективность сегментов внешнего рынка выражается в том, что эти цены растут с ростом i_v (начиная с $i_v = 0$): дополнительные объемы импорта приходится закупать по более высоким ценам.

$g_{\$}^{s\bar{k}}$ – аналогичный вектор-строка внешних цен на экспортируемую продукцию. Это цены FOB, т.е. тоже цены франко-граница страны. Падающая эффективность сегментов внешнего рынка выражается в том, что эти цены падают с ростом i_v (начиная с $i_v = 0$): дополнительные объемы экспорта приходится реализовывать по более низким ценам.

$g_{\$}^{\bar{k}_1 \bar{k}_2}$ – вектор-строка внешних тарифов за международный транзит по территории страны.

Оценка этого ограничения (\$) – валютный курс, т.е. стоимость внешней валюты во внутренней («рублей за доллар»).

В результате умножения на эту оценку получаются соответствующие величины во внутренней валюте (но по-прежнему во внешних ценах):

$$\bar{S}_v, g^{\bar{k}s}, g^{s\bar{k}}, g^{\bar{k}_1 \bar{k}_2}.$$

$\bar{S}_v^r = \sum_k (-g^{\bar{k}r} v^{\bar{k}r} + g^{r\bar{k}} v^{r\bar{k}})$ – региональные сальдо экспорта-импорта во внешних ценах, но во внутренней валюте.

$\bar{S}_v^{\leftrightarrow} = \sum_{k_1, k_2} g^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} v^{\bar{k}_1 \bar{k}_2}$ – общие доходы от международного транзита

во внешних тарифах, но во внутренней валюте.

В оптимальном плане после подстановки в это ограничение оптимальных значений переменных прямого и двойственного плана получается следующее соотношение:

$$\sum_r \bar{S}_v^r + \bar{S}_v^{\leftrightarrow} = \bar{S}_v.$$

Для переменных международного транзита, поскольку они не входят в другие ограничения, можно записать ограничения двойственной задачи:

$$\bar{p}^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} - g^{\bar{k}_1 \bar{k}_2} \geq 0.$$

С учетом условий дополняющей нежесткости это означает следующее. В оптимальном плане по тем транзитным маршрутам, по которым осуществляются перевозки, транспортные затраты в точности равны транзитному тарифу. А если затраты больше тарифа, то перевозка не осуществляется. Отсюда же следует, что общие доходы от международного транзита во внешних тарифах равны общим затратам на него во внутренних тарифах:

$$\bar{S}_v^{\leftrightarrow} = S_v^{\leftrightarrow}.$$

Г. Таможенные ограничения. Предположив, что все регионы имеют выходы на все сегменты всех внешних рынков, по всем транспортбельным видам продукции и всем типам транспортных связей, эти ограничения можно записать следующим образом:

$$H \sum_{k,s} v^{\bar{k}s} \leq \hat{v}^-,$$

$$H \sum_{k,s} v^{s\bar{k}} \leq \hat{v}^+,$$

где H – сумматор по типам транспортных связей: в строке каждого вида продукции стоят единицы в столбцах разных типов транспортных связей.

τ^- , τ^+ – векторы-строки, результаты умножения векторов-строк оценок этих ограничений по импорту (τ_v^-) и по экспорту (τ_v^+) слева на

матрицу H . Фактически это векторы оценок данных ограничений, в которых продублированы компоненты по числу типов транспортных связей. По своему смыслу это импортно-экспортные пошлины.

Теперь можно записать ограничения двойственной задачи для переменных импорта-экспорта.

Для $v^{\bar{k}s}$:

$$\bar{p}^{\bar{k}s} + g^{\bar{k}s} + \tau^- \geq 0.$$

В оптимальном плане с учетом условий дополняющей нежесткости это соотношение означает следующее. Если продукция импортируется, то внутренняя цена (франко-граница страны) в точности равна внешней цене (также франко-граница страны) плюс импортная пошлина. Если внутренняя цена меньше внешней плюс таможенная пошлина, то продукция не импортируется.

Как и в описанных выше ситуациях падающей эффективности приростов производства и инвестиций, если по какому-то виду продукции в регион осуществляется импорт с некоторого сегмента какого-то внешнего рынка, то имеет место и импорт со всех более эффективных (имеющих менее высокую цену) сегментов данного внешнего рынка. Кроме того, для каждого вида продукции обычно существует номер сегмента внешнего рынка i_v^* , обладающий следующими свойствами: имеется по крайней мере один регион, в который импортируется данная продукция с данного сегмента некоторого внешнего рынка без уплаты импортной пошлины, а импорт продукции в страну с менее эффективных (имеющих более высокую цену) сегментов всех рынков не осуществляется.

Для $v^{s\bar{k}}$:

$$\bar{p}^{s\bar{k}} - g^{s\bar{k}} + \tau^+ \geq 0.$$

Теперь в оптимальном плане с учетом условий дополняющей нежесткости это соотношение означает следующее. Если продукция экспортируется, то внутренняя цена (франко-граница страны) в точности равна внешней цене (также франко-граница страны) минус экспортная пошлина. Если внешняя цена меньше внутренней плюс таможенная пошлина, то продукция не экспортируется.

По сравнению с предыдущей ситуацией с «зеркальным отображением» работает свойство падающей эффективности сегментов внешних экспортных рынков.

Сумма скалярных произведений векторов правых частей этих ограничений на векторы своих двойственных оценок обозначается как T . Эта величина в оптимальном плане однозначно распределяется по регионам, так что $T = \sum_r T^r$, где

$$T^r = \sum_k (\tau^- v^{\bar{k}r} + \tau^+ v^{r\bar{k}}).$$

Из соотношений двойственной задачи с учетом условий дополняющей нежесткости легко установить, что

$$\tilde{S}_v^r = \bar{S}_v^r - T^r,$$

т.е. региональные сальдо внешнеторгового баланса во внутренних ценах (в одном из своих измерений) меньше того же сальдо во внешних ценах на суммарную величину таможенных платежей. Аналогичное соотношение выполняется для общего по системе сальдо торгового баланса:

$$S_v = \bar{S}_v - T.$$

Целевая функция в модели:

$$z \rightarrow \max!.$$

Ограничение двойственной задачи, соответствующее целевой переменной, имеет следующую форму:

$$\sum_r \omega^r \lambda^r \geq 1.$$

Поскольку в любом оптимальном плане, имеющем содержательный смысл, целевая переменная строго положительна, это ограничение выполняется как равенство. То есть средняя «стоимость» (взвешенная по территориальной структуре конечного потребления) единицы конечного потребления равна единице.

Если обе части этого уравнения умножить на оптимальное значение z , то получится следующее соотношение:

$$\sum_r \omega^r z^r = z.$$

Это соотношение при эндогенных z^r является уравнением той грани парето-границы, которую пересек луч территориальной структуры конечного потребления λ^r , $r = 1, 2, \dots$. Этот факт доказывается благодаря тому обстоятельству, что правая часть двойственной задачи в этой модели есть орт с единицей по уравнению, соответствующему целевой переменной z .

Более развернутое представление получили **макрофинансовые балансы**.

Региональные макрофинансовые балансы, которые выполняются в оптимальном плане, имеют следующую форму:

$$z^r \omega^r = -Q_p^r + Q_R^r + Q_{\Delta x}^r + Q_u^r - S^r - S_v^r.$$

Сумму $-Q_p^r + Q_R^r + Q_{\Delta x}^r + Q_u^r$ можно обозначить как Q^r . Это обший вклад региона в конечное потребление системы регионов в «стоимостном» выражении или произведенный в регионе ресурс общего конечного потребления. Данное соотношение имеет прозрачный смысл: конечное потребление региона в «стоимостном» выражении меньше произведенного в регионе ресурса конечного потребления на величину сальдо межрегионального обмена и внешнеторгового баланса во внутренних ценах.

Общерегionalный макрофинансовый баланс записывается следующим образом:

$$z = -Q_p + Q_R + Q_{\Delta x} + Q_u \overbrace{-S_v}^{-S_v} + T,$$

где Q_p , Q_R , $Q_{\Delta x}$, Q_u – суммы по регионам соответствующих региональных величин. Их общая сумма, обозначенная как Q , есть произведенный в системе ресурс конечного потребления. Он в оптимальном плане больше фактического конечного потребления на величину сальдо внешнеторгового баланса во внутренних ценах.

Иногда применяется *модель с экзогенной внешней торговлей*. В ней все внешнеторговые переменные фиксируются на определенном уровне и переносятся в правую часть. В результате исчезают ограничения внешнеторгового баланса и таможенные ограничения. В правые части балансов продукции попадают отраслевые сальдо экспорта-импорта с обратным знаком.

Для проведения расчетов, иллюстрирующих многие теоретические положения из области равновесия по Вальрасу, Нэшу, Эджварту, полезна *упрощенная версия многорегиональной модели*. Все транспортные перевозки в ней осуществляются через некий условный центр, в который ввозится из регионов и других стран и из которого развозится по регионам и в другие страны продукция. В такой модели отсутствуют переменные экспортно-импортных связей и, соответственно, ограничения внешнеторгового баланса, таможенные ограничения.

Столь (можно посчитать, излишне) подробное изложение оптимизационной многорегиональной межотраслевой модели как в прямом, так и в двойственном аспекте продолжает, в каком-то смысле, дискуссию о ценности нормативных моделей, основанных, в частности, на классической теории линейной оптимизации. На наш взгляд, такое исчерпывающее и однозначно воспринимаемое представление материально-вещественных и валютно-денежных отношений в межотраслевых пространственных системах невозможно в рамках иных подходов.

Литература

1. Гранберг А.Г., Суслов В.И., Суспицын С.А. Многорегиональные системы: экономико-математическое исследование / СО РАН, ИЭОПП, Гос. НИУ «Совет по изучению производительных сил». – Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2007. – 370 с.
2. Кин А.А. Оптимизационные межотраслевые межрегиональные модели и смежные вопросы // Регион: экономика и социология. – 2008. – № 3. – С. 236–240.
3. Поспелов И.Г. Без баланса // Эксперт. – 2010. – № 29. – С. 40–45.
4. Лычагин М.В., Суслов В.И., Лычагин А.М. Новые направления региональных исследований в англоязычной научной литературе // Регион: экономика и социология. – 2008. – № 3. – С. 241–254.

Рукопись статьи поступила в редколлегию 09.03.2011 г.

© Суслов В.И., 2011