Е. В. Коссов

Межотраслевой баланс

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Центральный экономико-математический институт

В. В. КОССОВ

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭКОНОМИКА“
Москва — 1966

33С3
К 71

КОССОВ Владимир Викторович (род. 1935) — канд. экон. наук, зав. лабораторией Центрального экономико-математического института АН СССР. Автор книг «Баланс экономического района как средство плановых расчетов» (в соавторстве с В. С. Дадаяном), «Межотраслевой баланс производства и распределения продукции экономического района» (в соавторстве) и ряда статей по проблемам межотраслевого баланса и применения экономико-математических методов в территориальном планировании.

В книге рассматриваются вопросы построения и использования экономико-математических моделей межотраслевых связей, главным образом межотраслевого баланса производства и распределения продукции. Подробно исследуются статическая и динамическая схемы баланса, проблемы классификации отраслей, агрегирования, особенности разработки баланса в натуральном выражении и баланса экономического района. Автор уделяет много внимания вопросам оптимизации межотраслевых связей в народном хозяйстве.

Книга предназначена для работников плановых органов, научно-исследовательских институтов, преподавателей и студентов экономических вузов.

Отзывы на книгу просим присылать по адресу: Москва, Г-242, Б. Грузинская, 3а, изд-во «Экономика».

Редакция литературы
по народнохозяйственному планированию

Редактор *Л. А. Коников*

1—8—3

Светлой памяти
учителя — академика
Василия Сергеевича Немчинова

От автора

Эта книга посвящена межотраслевым моделям. По объему она заметно отличается от других работ, в которых достаточно полно изложен метод анализа межотраслевых связей. Ее объем в два раза меньше известной книги Х. Ченери и П. Кларка [43] и равен примерно трем четвертям единственного советского учебника по межотраслевому балансу [35]. При таких условиях перед автором стояла довольно трудная задача — дать не менее полное изложение метода, показать основные идеи, используемые при его разработке, ознакомить читателя с наиболее интересными работами в данной области.

Почти в каждой главе имеются небольшие обзоры работ, выполненных по той или иной теме. В столь небольшой книге нельзя было дать развернутый обзор работ и привести полную библиографию. Поэтому автору пришлось отобрать часть работ, которые, по его мнению, представляют наибольший интерес, и дать на них ссылки. При этом, естественно, отбирались работы, которые близки к тематике, затронутой в книге. Есть много интересных работ, не упомянутых в книге, но они посвящены другим темам, например использованию межотраслевых моделей в планировании, вопросам ценообразования и т. д.

Подготовка книги существенно облегчалась тем, что по роду своей работы в Центральном экономико-математическом институте АН СССР автору постоянно приходится иметь дело с практической разработкой межотраслевых моделей для экономических районов СССР.

Автор сердечно благодарит Л. Волошину, В. Глазнову и Е. Федорову за большую помощь в подготовке материалов и рукописи и выражает особую признательность Э. Ф. Баранову, сделавшему много ценных замечаний.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Литература, посвященная межотраслевому анализу, в наши дни перестала быть редкостью: в СССР уже издано около десяти книг и опубликовано большое количество статей в различных журналах. И все же, несмотря на это обилие литературы, нельзя сказать, что все существенные стороны метода получили достаточное освещение.

Пожалуй, повезло двум темам: схеме баланса и полным затратам, которым посвящено довольно много работ. В то же время ряд важных направлений, и прежде всего связь межотраслевого анализа с математическим программированием, оказался незаслуженно забытым. Но именно эта связь делает понятной возможности межотраслевого баланса, именно она объясняет, почему межотраслевой баланс является одной из межотраслевых моделей. Эту связь достаточно полно раскрывает В. В. Коссов в своей книге. Другая особенность книги состоит в том, что линейные модели рассматриваются в ней как частный случай; это же относится и к центральной части метода — понятию полных затрат.

Работа В. В. Коссова выполнена как пособие, знакомящее не только с тем, как надо строить межотраслевые модели, но и, что очень важно, с основными проблемами использования этих моделей, с анализом оптимальных планов на основе объективно обусловленных оценок. В книге много нового материала, значительная часть которого разработана в ЦЭМИ АН СССР.

Наряду с целым рядом достоинств книга не лишена и отдельных недостатков. К их числу в первую очередь следует отнести отсутствие материалов по практическому использованию межотраслевых моделей. Возможно, это объясняется ограниченностью объема книги, но в таком случае необходимо подумать об издании специальных работ на эту тему.

В. В. Коссов посвятил свою книгу памяти акад. Василия Сергеевича Немчинова, уделявшего большое внимание совершенствованию балансовых методов планирования. Поэтому данная книга, развивающая это направление, еще раз напомнит читателю о вкладе, внесенном В. С. Немчиновым в разработку экономико-математических методов.

Директор Центрального экономико-математического института АН СССР

акад. ***Н. Федоренко***

ГЛАВА I

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС КАК МЕТОД ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ

Современное состояние производительных сил промышленно развитых стран характеризуется сложной отраслевой структурой, к тому же довольно сильно развивающейся во времени. В этих условиях все большее значение придается более тщательному расчету межотраслевых связей.

Необходимость учета этих связей привела к разработке специального метода, получившего ныне название «Межотраслевой баланс производства и распределения продукции», который в свою очередь является одной из разновидностей межотраслевых моделей.

Предметом межотраслевого анализа является исследование взаимообусловленности в развитии отдельных отраслей, характеризующих изучаемую экономическую систему. При этом важно подчеркнуть, что имеется в виду баланс с достаточно дробной отраслевой структурой, когда связи между отдельными отраслями по существу оказываются связями между отдельными продуктами. Именно это отличает межотраслевой баланс от расширенных схем воспроизводства, в которых рассматриваются связи между сильно укрупненными народнохозяйственными отраслями.

Межотраслевым балансом производства и распределения продукции называется система таблиц, характеризующая производство и распределение продукции между отраслями, а также использование ресурсов в народном хозяйстве (основных фондов, рабочей силы). Межотраслевой баланс вскрывает ключевые пропорции, существующие между отраслями, он позволяет определить целый ряд констант, определяющих развитие экономики. Как метод экономического анализа межотраслевой баланс представляет собой наиболее развитую форму балансового метода. Он является разновидностью балансового метода, обеспечивающей построение многоотраслевых сбалансированных и оптимальных планов развития всего народного хозяйства или хозяйства отдельного района.

Межотраслевой баланс соединяет в себе основные черты баланса народного хозяйства и частных материальных балансов, а потому позволяет проводить расчет народнохозяйственного плана, отправляясь от общих народнохозяйственных пропорций, и доводить его до планов развития отдельных отраслей.

Применение балансовой межотраслевой модели открывает новые возможности для углубления экономического анализа и совершенствования планирования. «Расширение этих возможностей, — писал акад. В. С. Немчинов,— происходит в трех главных направлениях:

1) оказывается возможным базировать плановые расчеты на прямом планировании конечного общественного продукта. Исходным пунктом всей системы плановых расчетов становится определение объема растущих потребностей общества;

2) экономические исследования обогащаются новыми методами количественного анализа;

3) народнохозяйственное планирование получает в свое распоряжение методы отбора оптимальных вариантов плана»[1].

В основе межотраслевого баланса лежит марксистско-ленинская теория воспроизводства. Она является и наиболее общим выражением идей межотраслевого баланса и отправным пунктом при проведении плановых расчетов по этому методу. Тем самым формируется ряд структурных характеристик будущего плана.

Межотраслевой баланс представляет собой систему уравнений, моделирующих процесс общественного производства. Это обстоятельство позволяет использовать для проведения плановых расчетов современные быстродействующие электронно-вычислительные машины, что не только резко сокращает сроки составления плана, но и открывает возможность строить оптимальные народ-

---

[1] В. С. Немчинов. Экономико-математические методы и модели. М., Соцэкгиз, 1962, стр. 278.

нохозяйственные планы. Задачи, о решении которых еще десять-пятнадцать лет назад приходилось только мечтать, постепенно становятся буднями плановой работы. Таким образом, главное достоинство межотраслевого баланса, с точки зрения экономистов, состоит в органическом соединении привычных приемов экономической работы с авторитетом математики как точной науки.

§ 1. Краткий очерк истории создания метода

Родиной межотраслевых балансов является Советский Союз. Первый межотраслевой баланс был разработан Центральным статистическим управлением СССР в 1925 г. как составная часть баланса народного хозяйства за 1923—1924 гг., также построенного в этом же году. Однако надо сказать, что в то время межотраслевая таблица, или, как стали ее позже называть, таблица потоков, еще не имела того большого аналитического значения, которое она приобрела в наши дни. Главная причина тому — отсутствие разработанного метода, названного впоследствии межотраслевым анализом. В 1925 г. были впервые построены таблицы, характеризующие весь комплекс связей, существующих между отраслями.

Это была первая практическая попытка проведения структурного анализа, она породила новый метод экономической работы.

Интересно отметить, что тогда были высказаны основные идеи, положенные затем в основу межотраслевого баланса. Именно в эти годы, как указывает акад. В. С. Немчинов, Ф. Г. Дубовиковым была подмечена «цепная связь, существующая между отдельными отраслями народного хозяйства». Еще более определенно высказался на эту тему М. Баренгольц: «При отсутствии технической «революции» в области производства коэффициенты внутрипромышленного оборота в отношении так называемого «валового оборота» дают в натуре, а при соответствующей поправке на изменения цен — и в ценностном выражении, вполне устойчивые динамические показатели как для определения общего размера потребления и внутрипромышленного оборота, так и для установления конкретной взаимосвязи между отдельными отраслями промышленности»[1]. Прошло немногим более десяти лет, и эти высказывания были переформулированы В. Леонтьевым и положены им в основу межотраслевого анализа. В новом обличье они выглядят так.

1. Основу метода составляют коэффициенты затрат — прямые (коэффициенты внутрипромышленного оборота) и полные, характеризующие цепную связь между отраслями.

2. Коэффициенты рассчитываются в неизменных ценах, что позволяет рассматривать их изменение как результат технического прогресса. Элиминирование влияния цен подчеркивает технологическую природу коэффициентов.

3. Коэффициенты, исчисленные на основе межотраслевых таблиц, либо совсем не изменяются, либо изменяются очень мало в течение короткого промежутка времени.

Вначале В. Леонтьев выдвинул гипотезу о том, что для проведения расчетов по межотраслевому балансу можно исходить из неизменности этих коэффициентов. Строго говоря, это положение было выдвинуто еще Л. Вальрасом[2] при изложении схемы общего равновесия. В. Леонтьев лишь применил ее к своей схеме, которую он считает частным случаем модели Вальраса.

Модель Л. Вальраса была создана исключительно в методических целях для выяснения ряда проблем ценообразования. Позиция Вальраса по вопросу о ценообразовании целиком и полностью основана на догмах вульгарной политической экономии, и с этой точки зрения она рассматривается в курсе «История экономических учений». Нас же интересует не концепция автора относительно ценообразования в условиях свободной конкуренции, а логическое строение модели, используемой для анализа экономической системы.

---

[1] Емкость промышленного рынка СССР.— «Плановое хозяйство», 1928, № 7, стр. 15.

[2] Л. Вальрас (1834—1910) — основатель лозаннской школы буржуазной политэкономии. Им была сформулирована теория общего равновесия и разработано ее математическое описание. Элементом схемы общего равновесия является часть, входящая в межотраслевой баланс.

Объектом исследования в модели Вальраса служат связи отдельных товаропроизводителей. Поэтому единицей наблюдения в ней является отдельное предприятие. На основе данных о взаимных продажах товаров разными производителями вычисляются коэффициенты производства (в современной терминологии — коэффициенты затрат), представляющие собой отношение купленного товара к общему объему производства покупателя. Причем считается, что эти коэффициенты стабильны во времени.

Для практического построения модели Вальраса нужны были многочисленные данные, получить которые в то время было едва ли возможно. Это и определило судьбу модели: она оказалась красивым домом, в котором, однако, никто не живет. Позднее модель Л. Вальраса была усовершенствована Г. Касселем и стала называться моделью Вальраса — Касселя. Однако и в этом модернизированном виде она оставалась безжизненной.

Прогресс наступил, как уже указывалось, в начале 20-х годов нашего века, когда был построен первый в истории баланс народного хозяйства и одна из важнейших частей его — шахматная таблица.

С этой работой оказался знакомым молодой В. Леонтьев, который написал о ней небольшую заметку в журнале «Плановое хозяйство». Сделано это было в 1925 г., и вряд ли кто тогда думал, в том числе и сам автор, что из этой заметки, как из зародыша, разовьется метод межотраслевого анализа. Спустя почти пятнадцать лет В. Леонтьев публикует свою известную работу «Исследования структуры американской экономики (1919—1939 гг.)», в которой излагает межотраслевой анализ на примере экономики США за указанные годы.

Заслуга В. Леонтьева, как отмечал акад. В. С. Немчинов,[1] состоит в том, что он впервые совместил в одной таблице балансы производства и распределения продукции (это позволило рассматривать каждый показатель такой таблицы одновременно с двух точек зрения: и как затраты, и как поставки); увеличил число

[1] См. В. С. Немчинов. Использование математических методов в экономической работе. Сб. «Применение математики в экономических исследованиях», т. I. М., Соцэкгиз, 1959, стр. 18.

отраслей в шахматной таблице, что привело к более глубокому изучению структуры народного хозяйства; соединил экономическую и математическую модель народного хозяйства, широко используя для ее описания коэффициенты полных затрат, и первым произвел практический расчет этих коэффициентов.

Современные исследования показывают, что в этой области работали примерно в то же время и другие экономисты. Среди них прежде всего следует указать на работы известного немецкого экономиста Г. Петера. В своей книге «Изучение структуры воспроизводства» он также выдвинул идею о построении межотраслевой модели, причем для определения ее параметров предложил проводить выравнивание эмпирического материала. Однако в отличие от В. Леонтьева Г. Петер ограничивается лишь формальным анализом подобной модели.

Среди других работ [1], проведенных в 20—30-е годы, можно назвать работы Ф. Грюнига в Германии и братьев Гийом во Франции. Исследования этих авторов посвящены эмпирическому анализу экономики с разделением ее на небольшое число секторов. Работа, проведенная ЦСУ СССР, имеет перед ними важное преимущество, поскольку народное хозяйство разделено в ней на большое количество секторов, несмотря на то что в промышленном отношении Германия и Франция были тогда более развитыми и имели, следовательно, более сложную экономическую структуру.

Зарубежные исследователи метода межотраслевого баланса ведут его историю от Ф. Кенэ, основывая свое утверждение на том, что Кенэ дал первую схему воспроизводства. Однако между схемами воспроизводства и межотраслевым балансом существует большая разница: схемы воспроизводства характеризуют общую тенденцию развития производительных сил и устанавливают основные пропорции в развитии народного хозяйства. Эти схемы не затрагивают более глубоких межотраслевых пропорций, составляющих предмет межотраслевого анализа, который хотя и основан на схемах воспроизводства, но идет значительно дальше в сторону

[1] Изложение работ, указанных автором, дается по книге С. Сагарова [79].

выделения более частных взаимосвязей, существующих в народном хозяйстве.

Исследования по построению математических моделей процесса воспроизводства широко ведутся в Советском Союзе. Среди них в первую очередь следует назвать труды акад. В. С. Немчинова [33], А. Я. Боярского [4], В. С. Дадаяна [8]. В этих работах, особенно в последней, излагается анализ воспроизводства при постоянном увеличении числа секторов. Однако такое увеличение небеспредельно. Как только каждый из выделенных секторов начинает приобретать черты определенной отрасли, схема воспроизводства превращается в межотраслевой баланс. Секторы и отрасли отличаются друг от друга тем, что между секторами воспроизводства можно установить длительные динамические пропорции, а для отраслей межотраслевого баланса это сделать нельзя.

К настоящему времени разработано большое число различных межотраслевых балансов. Характеристика национальных межотраслевых балансов приводится в табл. 1-1, составленной венгерским экономистом З. Кенеши [70].

Данные табл. 1-1 говорят о том, что межотраслевые балансы составлены в 33 странах. Что касается размеров таблиц, то они оказываются весьма разнообразными. Гигантские таблицы составлены лишь по самым высокоразвитым странам: Советскому Союзу (плановые балансы), Соединенным Штатам Америки и Великобритании; они насчитывают по нескольку сот отраслей. Большинство таблиц содержит в среднем до пятидесяти отраслей. Такое положение объясняется прежде всего трудностью получения информации, резким удорожанием работ по мере увеличения размеров баланса сверх определенного предела. Следует отметить еще одну особенность таблиц. Если внимательно посмотреть на даты их опубликования, то нетрудно заметить, что больше всего таблиц (41%) составлено за первую половину века, 36% балансов составлены по данным первой половины 50-х годов, а по данным второй половины — только 23%, т. е. в 1,8 раза меньше.

Сокращение работ по межотраслевым балансам объясняется в первую очередь свертыванием этих работ в капиталистических странах. Дело в том, что надежды

Таблица 1·1

Краткая характеристика межотраслевых балансов *

Страна	За какой год составлен баланс	Число отраслей в балансе	Примечание
Аргентина**	1946	20	
	1950	23	
	1953	200	Отрасли обрабатывающей промышленности
Австралия	1947	79	За 1946/47 сельскохозяйственный год
	1954	120	За 1953/54 сельскохозяйственный год
	1956	20	За 1955/56 сельскохозяйственный год
Бельгия	1953	51	
Болгария	1960	69	
Боливия**	1958	10	
Великобритания	1935	34	
	1948	400	
	1950	18	
	1954	18	
Венгрия	1957	47	
	1959	109	
	1961*****	54	
ГДР	1960	32	
Египет***	1954	83	
ФРГ	1950	10	
Дания	1930—1939	14	
	1946	16	
	1947	28	
	1949	21	
	1953	24	
	1959	21	
Израиль	1958	164	См. Стоун Р. [40]
Индия	1951	12	За 1950/51 сельскохозяйственный год
	1952	19	За 1951/52 сельскохозяйственный год
	1954	36	За 1953/54 сельскохозяйственный год

Продолжение

Страна	За какой год составлен баланс	Число отраслей в балансе	Примечание
Испания	1954	28	
Канада	1949	42	
Колумбия**	1953 1956	17 35	
Мексика**	1950	32	
Нидерланды	1938 1947—1950	27 27	
Италия	1950 1951	56 25	
Новая Зеландия	1958	12	
Норвегия	1938 1947 1948 1950 1954 1955	20 30 30 60 123 20	
Перу**	1955 1950—1957	19 7	 ежегодно
Польша	1957	35	
Пуэрто-Рико	1948	31	
Советский Союз	1959	83	
США	1919 1929 1939 1947	41 41 96 450	
Финляндия	1956	39	
Франция	1951 1956	37 .	 Добавлено мною. — *В. К.*
Чехословакия****	1962	96	
Швеция	1957	130	
Эквадор**	1955	3	
Югославия	1955	27	

Страна	За какой год составлен баланс	Число отраслей в балансе	Примечание
Япония	1950 1951 1954 1955	10 182 36 100	

* Точка (·) указывает на отсутствие информации.

** M. Balboa. Conclusion and Use of Input-Output Tables in Latin America. In "Structural Interdependence and Economic Development" ed. by T. Barna, L., 1963, p. 246.

*** D. E. Eleish. The input-output Model in a Developing Economy Egypt, ibid., p. 199.

**** К. Ханек. Методический опыт составления первого отчетного баланса межотраслевых связей в ЧССР. Международный семинар по оптимизации планирования и межотраслевому балансу (МСОМ). Берлин, 1965.

***** В. Нитрай. Применение межотраслевых балансов в статистических анализах (МСОМ). Берлин, 1965.

на плановое регулирование экономики, которые связывались в этих странах с межотраслевым балансом, совершенно не оправдались. Напротив, в социалистических и развивающихся странах работы по межотраслевому балансу расширяются. Это связано с большими практическими возможностями его использования.

§ 2. Структура межотраслевого баланса

По своему внешнему виду межотраслевой баланс представляет собой таблицу. В основе его лежит шахматная таблица, характеризующая межотраслевые связи. Она занимает левый верхний угол баланса и называется его первым разделом.

Элементы первого раздела межотраслевого баланса являются функциями объемов производства соответствующих отраслей. Это определяет характер межотраслевого баланса. Если функции линейные, то мы имеем линейную модель межотраслевых связей. При нелинейной функции затрат будем иметь нелинейную модель межотраслевых связей.

По своему строению межотраслевой баланс представляет собой совмещение двух таблиц, одна из которых характеризует затраты на производство, а другая — распределение произведенной продукции. Каждая из этих таблиц в свою очередь является частью счета текущих затрат соответствующей отрасли. Таблица, характеризующая затраты, служит дебетом этого счета, а таблица, отражающая распределение продукции, является кредитом счета. Сказанное поясним примером.

Пусть рассматриваемая система состоит только из трех отраслей *А*, *Б* и *В*. Взаимосвязи между этими отраслями можно легко проследить по их счетам.

Счет отрасли *А*, руб.

Дебет		Кредит	
Запасы готовой продукции на начало года	10	Получено за продукцию, проданную отрасли Б	70
Куплено материалов у отрасли Б	20	Получено за продукцию, проданную населению	70
Куплено материалов у отрасли В	50	Запасы продукции на конец года	10
Выплачено рабочим	60		
Всего затрат	140	Всего получено	150
Прибыль	10		
Баланс	150	Баланс	150

Счет отрасли *Б*, руб.

Дебет		Кредит	
Куплено материалов у А	70	Получено за продукцию от А	20
Выплачено рабочим	20	Получено за продукцию от В	70
		Запасы	9
Всего затрат	90	Всего	99
Прибыль	9		
Баланс	99	Баланс	99

Предположим, что если отрасли *А* и *Б* работали с прибылью, то отрасль *В* дала некоторый убыток.

Счет отрасли *В*, руб.

Дебет		Кредит	
Куплено материалов у Б	70	Получено за продукцию от А	50
Выплачено рабочим	30	Получено за продукцию, проданную населению	40
		Всего получено	90
		Убыток	10
Всего затрат	100		
Баланс	100	Баланс	100

Все межотраслевые связи, проведенные по рассмотренным счетам, можно значительно компактнее показать в одной таблице. Единственное условие осуществления такого рода записи заключается в требовании единства номенклатуры затрат во всех счетах. В нашем примере это условие было учтено заранее. Итак, построим межотраслевой баланс для трех рассмотренных отраслей (табл. 1-2).

Таблица 1-2

Баланс межотраслевых связей

Отрасли	*А*	*Б*	*В*	Итого I раздел	Потребление населения	Прирост запасов	Итого II раздел	Всего
А	—	70	—	70	70	—	70	140
Б	20	—	70	90	—	9	9	99
В	50	—	—	50	40	—	40	90
Итого I раздел	70	70	70	210	110	9	119	329
Оплата труда	60	20	30	110				
Прибыль	10	9	—10	9				
Итого III раздел	70	29	20	119				
Всего	140	99	90	329				

Сопоставим теперь межотраслевой баланс и систему счетов. Даже беглое сравнение убеждает нас в том, что баланс обеспечивает наиболее экономичную подачу информации. Нетрудно понять, что чем сложнее система, тем бо́льшими преимуществами будет обладать межотраслевой баланс.

При построении межотраслевого баланса была несколько изменена информация о запасах продукции. Так, вместо запасов продукции на начало года и на конец года в межотраслевом балансе показано чистое изменение запасов. В результате такого подхода итог по колонке (он равен итогу одноименной строки) характеризует теперь стоимость выпуска каждой отрасли. Для сравнения отметим, что итог по счету выражает стоимость выпуска плюс стоимость запасов.

Отметим следующую весьма важную черту межотраслевого баланса — равенство итогов одноименных строк и колонок. Это равенство перешло в межотраслевой баланс из систем счетов. Оно говорит о том, что стоимость затрат на производство плюс полученная прибыль равна стоимости всей выпущенной продукции. Это равенство является важным средством контроля за правильностью построения баланса, так как основным источником информации для межотраслевого баланса являются данные о затратах в соответствующих отраслях народного хозяйства. В этих условиях подсчет стоимости распределенной продукции оказывает неоценимую помощь при балансировке таблицы.

Равенство одноименных строк и колонок в таблице потоков (так часто называют межотраслевой баланс) приводит к важным выводам относительно зависимости между сводными народнохозяйственными показателями. Связь эта определяется той ролью, которую играют в межотраслевом балансе отдельные его разделы[1].

Раздел I межотраслевого баланса характеризует межотраслевые поставки, обусловленные производственной деятельностью отраслей материального производства. Здесь отражается исключительно движение предметов труда, или, как их иногда называют, промежуточных продуктов. Такое название укрепилось за этими продуктами потому, что они потребляются производительно в том же производственном цикле, в котором они созданы. Можно также сказать, что показатели I раздела межотраслевого баланса характеризуют простое воспроизводство.

Элементы I раздела баланса принято обозначать x_{ij}. Если мы просуммируем эти показатели по строкам $\sum\limits_{j}^{n} x_{ij}$, то получим общий объем предметов труда данного вида (выпущенных отраслью i), потребленных в сфере материального производства. Итог по колонке $(\sum\limits_{i}^{n} x_{ij})$ выражает стоимость предметов труда, израсходованных

[1] Обычно разделы межотраслевого баланса называют квадрантами (четвертями). Однако это название нельзя признать удачным, ибо в настоящее время предложен целый ряд схем, в которых выделяется более четырех разделов.

в данной отрасли. Общий итог по первому разделу характеризует совокупное потребление предметов труда.

Межотраслевые поставки (x_{ij}), как это было сказано в начале главы, являются функциями валовых выпусков, т. е. $x_{ij}=\Phi(X_j)$. Это значит, например, что расход концентратов при производстве молока есть функция от количества полученного молока. Данное утверждение вряд ли способно вызвать какие-либо сомнения в своей правильности. И действительно, общий расход одного продукта, используемого при производстве другого продукта, непосредственно зависит от того, каков объем производства этого продукта. x_{ij} зависит не только от X_j, но и от X_i. Ведь нельзя же израсходовать то, чего мы не имеем. Поэтому

$$x_{ij} = \Phi(X_j;\ X_i),\ \text{где}$$
$$x_{ij} = \Phi(0;\ X_i) = \Phi(X_j;\ 0) = 0.$$

Из нашей хозяйственной практики мы можем почерпнуть достаточно большое число примеров, подтверждающих справедливость этого положения. Но, пожалуй, наиболее ярким примером является существование дефицитных материалов. Уже само название «дефицитные» говорит о том, что их расход в производстве ограничен имеющимися ресурсами.

Трудности, связанные с учетом потребности в дефицитных материалах, можно обойти, укрупнив баланс с таким расчетом, чтобы в одну отрасль были объединены как дефицитные, так и замещающие их недефицитные продукты. Такое решение позволяет значительно уменьшить возможность относительно крупного изменения нормы прямых затрат.

Функции затрат классифицируются в зависимости от вида математического уравнения. До сих пор межотраслевые балансы строятся на основе линейных производственных функций. Причем, как правило, используются лишь линейные однородные функции. Такая функция имеет вид

$$x_{ij} = a_{ij}X_j, \tag{1-1}$$

где X_j — выпуск продукции соответствующего вида;

a_{ij} — норма прямых затрат одного продукта (например, стали) на производство другого продукта (например, грузового автомобиля).

Эта функция однородная. Она говорит о том, что выпуск каждого продукта увеличивается ровно во столько раз, во сколько увеличиваются ресурсы, необходимые для его производства. Графически каждая такая функ-

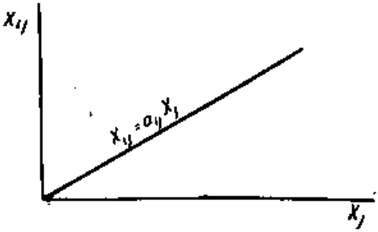


Рис. 1

ция изображается в виде прямой линии, проходящей через начало координат (рис. 1).

Более общим случаем функциональной зависимости между объемом выпуска продукции и затратами на ее

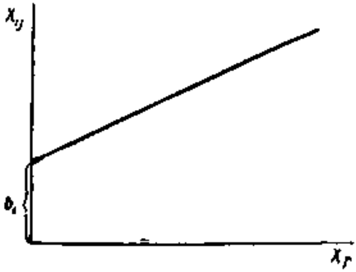


Рис. 2

производство является линейная неоднородная производственная функция, которая имеет следующий вид:

$$x_{ij} = a_{ij} X_j + b_{ij}, \tag{1-2}$$

где b_{ij} — затраты, не зависящие от объема производства.

Графически такая функция изображается в виде прямой линии, отсекающей от оси ординат отрезок, равный b_{ij} (рис. 2).

Эта функция говорит о том, что затраты на предприятии имеют место даже и тогда, когда продукция не производится. К ним относятся прежде всего затраты, связанные с уходом за оборудованием.

Использование неоднородной производственной функции при построении межотраслевого баланса предполагает разделение всех затрат на две группы — переменные (прямо пропорциональные объему производства) и условно-постоянные, незначительно изменяющиеся с ростом объема производства.

Крупным недостатком линейных производственных функций является предположение о независимости затрат от увеличения объемов производства. Правда, отмеченный недостаток частично устраняется при использовании линейных неоднородных функций, что позволяет учесть экономию затрат за счет более полного использования производственных мощностей, например, за счет перехода предприятий на двухсменную работу. Но этим и ограничиваются возможности линейных производственных функций.

Линейные производственные функции не позволяют учесть экономию, достигаемую за счет укрупнения производства, а эта тенденция приобретает в настоящее время все больший и больший размах. Заметная экономия на капиталовложениях в результате укрупнения масштаба производства наблюдается в таких отраслях промышленности, как электроэнергетическая, химическая, нефтеперерабатывающая, газовая, металлообрабатывающая, электротехническая, автомобильная, цементная и пищевая. Причем эта экономия затрагивает не только капиталовложения, но и сами нормы затрат, что достигается главным образом за счет более полного использования различных ресурсов.

Производственные функции (функции затрат), учитывающие экономию от увеличения масштаба производства, должны содержать по крайней мере квадратичные члены, коэффициенты при которых и характеризуют эту экономию.

Простейшим примером может служить квадратичная модель, в которой межотраслевая поставка (x_{ij}) является функцией объемов производства (X_j) и (X_i):

$$x_{ij} = \alpha_{ij} X_j^2 + \overline{\alpha}_{ij} X_i X_j + \beta_{ij} X_j + \gamma_{ij}, \qquad (1\text{-}3)$$

где γ_{ij} — условно-постоянные затраты продукта i на производство продукта j; $\gamma_{ij} \geqslant 0$.

Смысл других коэффициентов этой модели определяется из следующих соображений, основанных на интерпретации производных. Дифференцируя (1-3) по X_j, имеем

$$\frac{\partial x_{ij}}{\partial X_j} = 2\alpha_{ij} X_j + \bar{\alpha}_{ij} X_i + \beta_{ij}, \tag{1-4}$$

где β_{ij} — постоянная, не зависящая от изменения объемов производства. Этот показатель аналогичен технологической норме расхода.

Дифференцируя (1-4) по X_j, получим

$$\frac{\partial^2 x_{ij}}{\partial X_j^2} = 2\alpha_{ij}, \tag{1-5}$$

где α_{ij} — постоянная, не зависящая от скорости изменения объема производства продукта j.

Величина α_{ij} показывает, как изменится расход продукта i на производство продукта j при изменении объема производства продукта j. Считается, что $\alpha_{ij} \leqslant 0$, т. е. α_{ij} характеризует экономию затрат с ростом объема производства. Естественно, что при проведении этого расчета величина X_i считается постоянной.

Продифференцировав (1-4) по X_i, будем иметь

$$\frac{\partial^2 x_{ij}}{\partial X_i \partial X_j} = \bar{\alpha}_{ij}, \tag{1-6}$$

где $\bar{\alpha}_{ij}$ — постоянная, характеризующая изменение расхода продукта i на производство продукта j при одновременном изменении объемов производства продуктов i и j.

Возьмем, например, расход электроэнергии на производство какого-либо продукта. Тогда при увеличении объема его выпуска и росте выработки электроэнергии появляется возможность дополнительной механизации ряда вспомогательных производств, что определяется двумя обстоятельствами:

1) объем вспомогательных производств достигает такой величины, при которой дополнительная механизация становится экономически эффективной;

2) рост производства вызовет повышенный спрос на электроэнергию, для чего необходим определенный прирост ее выработки (если имеющаяся экономия электроэнергии недостаточна).

Таков экономический смысл постоянных этой модели. Легко видеть, что она является более общей, чем обычная линейная модель межотраслевых связей. Полагая в (1-3)

$$\alpha_{ij} = \overline{\alpha}_{ij} = \gamma_{ij} = 0,$$

получим

$$x_{ij} = \beta_{ij} X_j, \tag{1-7}$$

т. е. самую обычную модель межотраслевого баланса.

При $\alpha_{ij} = \overline{\alpha}_{ij} = 0$

получим

$$x_{ij} = \beta_{ij} X_j + \gamma_{ij}. \tag{1-8}$$

Здесь функция затрат будет уже неоднородной, хотя и остается линейной. При $\overline{\alpha}_{ij}$ и α_{ij}, отличных от нуля, будем иметь квадратичную функцию затрат. Точно таким же образом можно построить функцию затрат любого вида.

Тип функции затрат выбирается, вообще говоря, произвольно; ставится только одно условие: функция должна наилучшим образом аппроксимировать имеющуюся эмпирическую зависимость. Причем, как правило, для этого нецелесообразно пользоваться полиномом выше четвертой степени.

Основным фактором, вызывающим нарушение гипотезы о линейности функции затрат, являются различия в объемах производства между предприятиями.

Для нахождения нелинейной производственной функции необходимо провести выравнивание эмпирического материала по избранному типу кривой. Уже это обстоятельство указывает на то, что расчет нелинейных межотраслевых моделей требует значительно бóльших затрат, чем расчет обычных коэффициентов в межотраслевом балансе.

В табл. 1-3, составленной на основе данных по Прибалтике за 1961 г., показаны изменения норм расхода в зависимости от изменения объемов производства.

Здесь отчетливо видно, что нормы расхода сокращаются по мере увеличения размеров производства. Чем больше валовая продукция швейной фабрики, тем меньше коэффициенты прямых затрат. Выравнивание этих

Коэффициенты прямых затрат в швейной промышленности

	Группы по размеру валовой продукции, тыс. руб.			Среднее
	до 6500	6500—13 000	более 13 000	
	Число предприятий			
	23	5	3	
Электроэнергия	0,0025	0,0016	0,0011	0,0017
Хлопчатобумажные ткани готовые	0,4039	0,1886	0,0385	0,1989
Автотранспорт .	0,0022	0,0018	0,0006	0,0015
Зарплата . . .	0,1636	0,0948	0,0748	0,1095

норм по параболе второго порядка дало следующие результаты:

для хлопчатобумажных тканей

$$x_{х/б.\,шв.} = -14{,}3558 \cdot 10^{-6} x^2 + 0{,}1420x + 71{,}0;$$

для автотранспорта

$$x_{авт.,\,шв.} = -0{,}1305 \cdot 10^{-6} x^2 + 0{,}0016x + 0{,}3;$$

для заработной платы

$$x_{з/п,\,шв.} = -3{,}0716 \cdot 10^{-6} x^2 + 0{,}0975x + 6{,}0.$$

Сравнение коэффициентов при x со средними нормами прямых затрат в таблице показывает, что между этими показателями существует заметное расхождение. Оно меньше всего в том случае, когда коэффициент при x^2 и свободный член одновременно малы, что имеет место в соотношении для автотранспорта.

Выше уже было показано, что в том случае, если коэффициент при квадратичном члене близок к нулю, функция затрат оказывается практически линейной.

Особенность межотраслевых связей состоит в том, что они достаточно хорошо аппроксимируются уравнением прямой. Лишь в отдельных случаях, именно там, где наблюдается заметная экономия от укрупнения производства, необходимо пользоваться более сложной, например, квадратичной зависимостью. Коэффициенты при квадратичных членах (α_{ij} и $\overline{\alpha_{ij}}$) как раз и характеризуют зависимость затрат от укрупнения производства.

Расчеты по нелинейной модели межотраслевых связей существенно сложнее, чем по линейной модели. Это вызвано прежде всего тем, что для нелинейной модели не определены коэффициенты полных затрат. Трудность решения системы нелинейных уравнений существенно зависит от быстроты сходимости процесса последовательных приближений, а для нашего примера этот процесс, как показывают оценки, имеет сверхбыструю сходимость. Нелинейная модель межотраслевых связей может включать и линейные функции затрат.

Каждая функция затрат является элементарной клеточкой межотраслевого баланса, так как она характеризует зависимость между общим объемом затрат одного продукта и выпуском другого продукта. Это как бы капля межотраслевого баланса, но подобно тому, как в капле морской воды можно почувствовать вкус моря, так и в функции затрат можно увидеть особенности межотраслевого баланса.

§ 3. Содержание разделов межотраслевого баланса

Рассмотрим теперь схему баланса. По экономическому содержанию своих показателей он делится на следующие четыре раздела:

I раздел — внутрипроизводственный оборот предметов труда и материальных услуг. Этот раздел — главный в балансе, так как используется во всех расчетах и является их основой. Каждый элемент I раздела обозначается x_{ij}.

I раздел межотраслевого баланса обрамляется двумя разделами (II и III), каждый из которых по-своему характеризует конечный продукт. Конечный продукт является частью общественного продукта за вычетом из него предметов труда, материальных услуг, топлива и энергии, потребленных при производстве всей массы общественного продукта.

II раздел — вещественная структура конечного продукта (y_i).

III раздел — структура конечного продукта по стоимости (v_j).

IV раздел — частичное перераспределение вновь созданной стоимости.

Между показателями этих разделов существует простая экономическая связь. Так, прежде всего отметим, что для баланса, составленного в денежном выражении, общий объем затрат равен выпуску продукции, т. е. $X_i = X_j$ (при $i = j$), где X_i и X_j — соответственно компоненты вектора валовых выпусков. Иначе

$$X^{(i)} = X^{(j)}. \tag{1-9}$$

А так как согласно определению

$$\sum_j^n x_{ij} + y_i = X_i \ (i = 1,\ 2,\ \ldots,\ n) \tag{1-10}$$

и

$$\sum_i^n x_{ij} + v_j = X_j \ (j = 1, 2,\ \ldots,\ n), \tag{1-11}$$

то

$$\sum_i^n y_i = \sum_j^n v_j, \tag{1-12}$$

т. е. итог II раздела должен быть равен итогу III раздела. Эта связь прослеживается на всех межотраслевых балансах.

I раздел межотраслевого баланса представляет собой шахматную таблицу, строки и колонки которой соответствуют отраслям материального производства. При этом строки и колонки, имеющие одинаковые номера, характеризуют одну и ту же отрасль с разных точек зрения. Так, в каждой колонке показываются затраты на производство, а в строке — распределение произведенной продукции соответствующей отрасли.

Важно подчеркнуть, что в каждой колонке показываются не просто затраты в данной отрасли, имеющие место в определенном году, а только затраты предметов труда (а также материальных услуг) на производство продукции, изготовленной в данном году. Это важный пункт. Здесь начинаются различия, с одной стороны, между обычной трактовкой затрат в отрасли, принятой в экономической статистике, и с другой,— между трактовкой межотраслевых связей в балансе.

Если абстрагироваться от различий в вещественном составе продукции каждой отрасли, то тогда разность между названными показателями будет определяться затратами на прирост незавершенного производства и расходами будущих периодов. А так как эти затраты не могут быть исключены из экономического анализа, то они вычитаются из состава затрат в каждой отрасли и обособляются в виде особой условной отрасли. Различие между экономико-статистическими и балансовыми показателями еще больше увеличится, если мы примем во внимание фактическую неоднородность валовой продукции многих отраслей. Однако это уже задача о выборе классификации отраслей баланса, и она будет рассмотрена в соответствующей главе.

Чем же вызваны эти различия? Дело в том, что если объектом экономической статистики является изучение отдельных предприятий как хозяйственных единиц, то задачей межотраслевого баланса, который, кстати, относится к другой ветви экономической науки — экономико-математическим методам, является анализ межотраслевых связей, обусловленных технологическими особенностями каждой отрасли. В конечном счете задача состоит в том, чтобы выводить межотраслевые связи непосредственно из технологических параметров соответствующей отрасли и данных об экономической эффективности каждого вида продукции. Это очень большая разница. И ее нельзя забывать, приступая к изучению межотраслевого баланса.

По горизонтали межотраслевой баланс может быть разделен на две части. Первая часть — I и II разделы. Она характеризует распределение продукции по отраслям и на конечное потребление. Вторая часть — III и IV разделы — характеризует образование и распределение вновь созданной стоимости.

Деление (по горизонтали) баланса на I и II разделы соответствует делению народного хозяйства на материальное производство и непроизводственную сферу. Поэтому четкое выделение материального производства имеет решающее значение для успешного использования баланса в качестве инструмента плановых расчетов.

По вертикали межотраслевой баланс также можно разделить на две части. Первая часть (левая) — это I и III разделы. Здесь дается подробная характеристика текущих затрат в сфере материального производства. Вторая часть — II и IV разделы. Она характеризует процесс накопления, и в том числе его основу — капитальные вложения. В ней отражаются также затраты в непроизводственной сфере и вывоз. Таким образом, вторая часть (правая) характеризует затраты, выходящие за рамки процесса производства. Итак, нечетные разделы образуют левую часть баланса, а четные — правую.

Деление баланса на левую и правую части эквивалентно соответствующему разделению системы уравнений.

Это значит, что для определения объемов производства необходимо задать правую часть. Наиболее важным составным элементом правой части является конечный продукт.

Термин «Конечный продукт» употребляется в экономической литературе в двух смыслах. С одной стороны, под конечным продуктом понимается та часть общественного продукта, которая выходит за рамки производственного потребления в данном году. В этом смысле конечный продукт складывается из следующих элементов: всех видов накопления и возмещения выбывших основных фондов; непроизводственного потребления, включая личное потребление населения; сальдо вывоза и ввоза.

В то же время под конечным продуктом понимается только сумма фондов расширения производства и непроизводственного потребления. Неотъемлемой составной частью фонда расширения производства являются амортизационные отчисления, удельный вес которых в составе капитальных вложений равен 14—15%[1]. При этом трудно определить, какая часть каждого вида капитальных вложений осуществляется за счет прибавочного продукта, а какая за счет амортизационного фонда, тем более, что по потребительной стоимости эти части капитальных вложений совершенно идентичны.

---

[1] См. Ш. Я. Турецкий. Планирование и проблемы баланса народного хозяйства. М., Экономиздат, 1961, стр. 153.

Чтобы убедиться в этом, рассмотрим существо капитального ремонта и замену выбывшей техники новой. Капитальный ремонт проводится полностью за счет амортизации. Поэтому он должен обеспечивать простое воспроизводство. Однако практически в ходе капитального ремонта не просто восстанавливается потребительная стоимость ремонтируемых средств производства, а осуществляется их модернизация, в результате чего потребительная стоимость средств производства увеличивается. Следовательно, это расширенное воспроизводство.

В том случае, когда за счет амортизационного фонда приобретается новая техника взамен выбывшей, то этот акт также заключает в себе элементы расширенного воспроизводства. Если предположить, что оборудование обновляется через 10 лет, то за это время вследствие технического прогресса на ту же сумму, что и раньше, можно будет приобрести машину более высокой производительности.

Наконец, большое значение имеет тот факт, что воспроизводство основных средств в натуре и по стоимости не совпадает в каждый момент времени. В результате этого появляется дополнительный источник средств на капитальные вложения.

Характеризуя амортизацию, К. Маркс писал: «Итак, там, где применяется много постоянного капитала, а следовательно, также и много основного капитала, эта часть стоимости продукта, возмещающая износ основного капитала, представляет собой *фонд накопления*, который может быть использован тем, кто его применяет, для вложения в дело нового основного капитала (или же оборотного капитала), причем для этой части накопления не производится никакого вычета из прибавочной стоимости... Такого фонда накопления не существует на тех ступенях производства и у тех наций, где нет большого основного капитала. Это важный пункт. Мы имеем здесь фонд для постоянных затрат на улучшения, расширения и т. д.» [1].

Следовательно, амортизация содержит элемент расширенного воспроизводства, поэтому приобретение техники за счет амортизационного фонда должно рассматриваться как процесс накопления. Учитывать это

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., изд. 2, т. 26, ч. II, стр. 534.

положение важно и с практической точки зрения, поскольку именно такой подход приводит к образованию категории «Конечный продукт», который можно рассматривать как сумму национального дохода и используемой амортизации.

Надо сказать, что изложенный подход не является общепризнанным. В связи с тем что в I разделе межотраслевого баланса должны отражаться текущие материальные затраты, выдвигаются предложения о том, чтобы включить амортизацию в состав I раздела.

Сделать это можно двумя различными способами. Первый способ состоит в том, что в I раздел амортизация переносится из III раздела одной строкой. В этом случае необходимо дополнительно решить две следующие задачи:

1) в первом разделе особой колонкой показать затраты на создание той части основных фондов, которая соответствует амортизационным отчислениям данного года;

2) все элементы накопления разделить на две части по источникам финансирования (за счет прибавочного продукта и за счет амортизационного фонда).

Существующие статистические данные не позволяют рассчитывать на успешное решение этой задачи, а кроме того, совершенно неясно, нужно ли вообще решать эту задачу, так как непонятно, что это может дать.

Более целесообразным является второй способ. В этом случае амортизационные отчисления показываются по видам основных фондов в соответствии с классификацией баланса и добавляются к межотраслевым поставкам предметов труда. Каждая межотраслевая поставка будет характеризовать как затраты предметов труда, так и использование (амортизацию) основных фондов, произведенных этой же отраслью.

Следствием такого решения является отражение во II разделе чистого накопления, так что II раздел характеризует теперь величину использованного национального дохода. Практическая реализация этого принципа означает, что общий объем капиталовложений данного вида, например, металлорежущих станков уменьшается на величину годовой амортизации, начисленной по металлорежущим станкам.

Если принять это положение в качестве рабочей гипотезы, то тогда придется дополнительно решить две следующие задачи:

1) разделить все элементы накопления по источникам финансирования (за счет прибавочного продукта и амортизационных отчислений);

2) в I разделе выделить особую отрасль, задача которой состоит в производстве основных фондов взамен выбывших.

Решить эти задачи при существующей статистической информации практически невозможно. Эту трудность можно обойти с помощью различных косвенных оценок. Однако точность этих расчетов проблематична, затраты труда значительны, а необходимость сомнительна. Остановимся теперь на содержании отдельных позиций баланса.

Накопление и возмещение выбытия основных фондов. Основу этой позиции составляют капиталовложения текущего периода. Для перспективного планирования необходимо дифференцировать общие показатели капитальных вложений по соответствующим отраслям. Такой подход приводит к построению матрицы (таблицы) капиталовложений.

К этой же позиции относятся прирост незавершенного производства и прирост запасов у производителей и потребителей.

Определение прироста запасов связано с известными трудностями. Таких трудностей две. Первая вызвана тем, что статистика учитывает только часть запасов. Вторая трудность связана с методологией построения межотраслевого баланса. Эта трудность исчезает только в том случае, когда в балансе в качестве отрасли рассматривается отдельное предприятие или группа предприятий.

Учет запасов ведется только по государственным и кооперативным хозяйствам. Как правило, на промышленных предприятиях материалы, находящиеся в данный момент у рабочих мест, относятся к незавершенному производству. Что же касается запасов, хранящихся у населения, то их учет основан в абсолютном большинстве случаев на данных бюджетных обследований, причем изменение запасов может быть определено только по ограниченному набору продуктов.

Следует отметить еще одну проблему, связанную с учетом запасов. При построении баланса по принципу «чистой» отрасли появляется необходимость в отражении той части запасов, которая входит во внутризаводской оборот.

Весьма нелегкой задачей является определение вещественной структуры таких категорий запасов, как товары отгруженные и товары в пути. Учет этих запасов имеет большое значение для предприятий, выпускающих продукцию мелкими партиями. В этом случае может наблюдаться значительное изменение запасов. Для массового и серийного производства такие явления наблюдаются сравнительно редко, поэтому изменением этих категорий запасов можно пренебречь.

Потребление в непроизводственной сфере. Именно эта часть II раздела является конечным потреблением в чистом виде. Она также неоднородна, так как включает общественное потребление и потребление населения. К первой группе относятся расходы на содержание государственного аппарата, общественных организаций, оборону и т. д. Ко второй — расходы по обслуживанию населения (просвещение, здравоохранение и т. д.) и личное потребление населения. Таким образом, эта группа характеризует реальные доходы населения.

В составе общественного потребления показываются материальные затраты в учреждениях непроизводственной сферы независимо от источника финансирования. В эту группу включаются:

1) органы управления и общественные организации;
2) научные организации и учреждения;
3) просвещение и здравоохранение;
4) жилищное и коммунальное хозяйство.

За конечным продуктом идет позиция «Вывоз». Роль этой позиции в межотраслевой таблице существенно зависит от того, для какой территории составляется баланс. Так, в национальном балансе СССР эта роль будет незначительной, поскольку объем экспорта СССР составляет менее 2% (в 1961 г.) валового общественного продукта.

В районных балансах это отношение увеличивается, как правило, минимум в 5 раз.

Замыкает II раздел баланса позиция «Несбалансировано». Она включает:

1) потери в народном хозяйстве;

2) разность в оценке продукции, вызванную использованием различных цен на один и тот же вид продукции и не влияющую на хозяйственную деятельность предприятия;

3) неустраненную разницу между приходной и расходной частями баланса.

Если II раздел межотраслевого баланса отражает структуру фактически использованного национального дохода и может рассматриваться как кредит счета «Национальный доход», то дебетом этого счета является III раздел баланса. Он характеризует структуру создаваемого национального дохода в том ее виде, как она отражается статистикой.

III раздел баланса включает следующие статьи:

1) «Амортизация»;
2) «Заработная плата»;
3) «Доходы колхозников»;
4) «Прочие доходы населения»;
5) «Отчисления на социальное страхование»;
6) «Прочие денежные расходы»;
7) «Прибыли предприятий и колхозов»;
8) «Налог с оборота».

Значение показателей этого раздела ясно по их названию. Расшифровки требует лишь статья «Прочие доходы населения». Здесь по каждой отрасли отражаются выплаты персоналу предприятий, относимые на себестоимость продукции, но не входящие в фонд заработной платы. К ним относятся, например, командировочные расходы. К «Прочим денежным расходам» относятся расходы предприятия за счет прибавочного продукта, относимые на себестоимость продукции. Это расходы по содержанию вышестоящих звеньев, по оплате исследовательских работ, штрафы, пени, неустойки, уплаченные за вычетом полученных, и т. д.

Показатели II и III разделов однозначно определяют содержание IV раздела. Он характеризует частичное перераспределение национального дохода. Так, здесь показывается заработная плата, выплаченная в непроизводственной сфере, и прибыль, полученная учреждениями непроизводственной сферы.

Схема, рассмотренная выше, основана на предположении о том, что внешние итоги баланса должны выражать объемы местного производства в текущем году.

Межотраслевой баланс можно построить и по другой схеме, в которой дается более широкая информация о внешних связях и о запасах. Во второй схеме после III раздела баланса идут позиции «Импорт» и «Запасы на начало года». Следовательно, каждый показатель строки «Импорт» характеризует ввоз продукции данной отрасли. Сумма объема местного производства и ввоза продукции данного вида за вычетом уменьшения запасов равна общему объему использованных ресурсов.

Две позиции, дополнительно выделенные в конце III раздела, повторяются в несколько ином виде и в конце II раздела. Так, вместо статьи «Импорт» здесь появляется «Экспорт», а вместо статьи «Запасы на начало года» — «Запасы на конец года». Сумма объема местного производства, прироста запасов и вывоза равна общему количеству распределенных ресурсов.

Между двумя рассмотренными схемами существует очень простая и ясная связь, правда, несколько односторонняя. Односторонность этой связи проявляется в том, что она допускает простой переход от второй модификации к первой, тогда как обратный переход требует привлечения дополнительной информации.

Переход от второй схемы к первой заключается в том, что выделенные позиции заменяются на сальдо соответствующих показателей. Так, вместо импорта и экспорта во II разделе вводится одна позиция — сальдо экспорта и импорта, а вместо двух позиций, характеризующих изменение запасов, также одна позиция — чистое изменение запасов.

До сих пор речь шла о статистических различиях между этими схемами. Теперь важно подчеркнуть их экономико-математические особенности. Дело в том, что первая схема позволяет определить коэффициенты затрат в расчете на произведенную продукцию. По второй же схеме можно рассчитать, на какие составляющие распадается общее количество использованных ресурсов. Нетрудно заметить, что большей устойчивостью отличаются показатели, рассчитанные по первой схеме, так как на них не влияет изменение удельного веса импорта в общем объеме использованных ресурсов.

2 Заказ № 682

ГЛАВА 2

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ СВЯЗЕЙ

§ 1. Виды межотраслевых балансов

Схема межотраслевого баланса, рассмотренная в предыдущей главе, является универсальной. По внешнему виду ее еще ничего нельзя сказать о содержании таблицы баланса. Поэтому необходимо хотя бы кратко охарактеризовать всю семью межотраслевых балансов и установить родственные связи между ними.

Прежде всего межотраслевые балансы могут быть разделены на два больших типа по периоду анализа. Так, если в балансе рассматривается процесс воспроизводства в течение нескольких лет, причем результаты первого года определяют условия производства во втором году и так далее, то такую систему мы будем, естественно, называть динамической, а межотраслевой баланс, описывающий ее развитие,— *динамическим*. Отличительная особенность динамического межотраслевого баланса состоит в том, что в нем из состава конечного продукта исключаются капиталовложения. Иными словами, капиталовложения в динамическом межотраслевом балансе являются функцией валовых выпусков отраслей в последующие годы.

Динамические межотраслевые балансы значительно точнее описывают развитие экономики, чем любые другие экономико-математические модели. К сожалению, надо признать, что пока лишь приходится говорить о теории динамического баланса, так как его практическое построение наталкивается на целый ряд труднопреодолимых препятствий, с которыми мы познакомимся в специальной главе.

Другим типом межотраслевых балансов являются балансы *статические*. Отличительной чертой статических межотраслевых балансов является включение капиталовложений в состав конечного продукта. Поэтому даже в пределах одного года число неизвестных в статическом межотраслевом балансе заметно меньше числа неизвестных в динамическом межотраслевом балансе.

Указанная особенность двух типов балансов объясняет, почему динамические межотраслевые балансы всегда относятся к целому периоду, состоящему из нескольких лет, а статические межотраслевые балансы составляются для одного года.

Динамические и статические межотраслевые балансы могут составляться как по отчетным данным для прошедших периодов, так и по плановым данным на перспективу. Характер используемых данных, очевидно, не влияет на природу балансов.

Дальнейшая классификация межотраслевых балансов связана с разделением их по объему используемой информации. С этой точки зрения можно выделить *национальные* балансы, построенные для целых стран, *районные* балансы, построенные для отдельных районов, *межрайонные* балансы, описывающие производственные связи различных районов, *отраслевые* балансы, составленные для отрасли народного хозяйства или отдельного района. Далее по этому признаку можно выделить также балансы, составленные для предприятий. Правда, надо сказать, что в этом случае речь может идти скорее лишь о применении балансовой схемы для описания экономики предприятия, чем о межотраслевом (межпродуктовом) балансе отдельного предприятия.

Перечисленные межотраслевые балансы отличаются друг от друга только объемом используемой информации. По своему построению они совершенно одинаковы и могут быть как статическими, так и динамическими.

Дальнейшая классификация межотраслевых балансов основана на разделении их по характеру используемых измерителей. Так, балансы можно сразу же разделить на *денежные* и *натуральные*. Все показатели денежных межотраслевых балансов даются, естественно, в денежном выражении, а в натуральных балансах по крайней мере часть показателей приводится в натуральном выражении. Различие между двумя указанными видами балансов состоит также в том, что показатели межотраслевого баланса в денежном выражении можно складывать по колонке, а натурального — нельзя.

Нетрудно понять, что цены, используемые в денежном балансе, играют лишь роль весов. С таким же успехом можно использовать любые другие измерители, например трудовые.

Если мы возьмем какую-либо экономическую систему, например, отдельный экономический район, и построим для него межотраслевой баланс в денежном и натуральном выражении, то естественно потребовать сопоставимости этих балансов. Однако оказывается, что обеспечить такую сопоставимость на практике далеко не так просто, что определяется как особенностями статистического учета, так и природой цен, действующих в народном хозяйстве.

Взятые вместе, эти обстоятельства приводят к тому, что межотраслевые балансы в денежном выражении необходимо в свою очередь подразделить на две группы. Межотраслевые балансы в денежном выражении, сопоставимые с соответствующими натуральными балансами, будем в дальнейшем называть *сводными материальными* балансами. В противном случае будем говорить о *ценностных* балансах. Эти определения распространяются также и на случай использования любой другой системы взвешивания.

Надо сказать, что в мировой практике широкое распространение получили лишь межотраслевые балансы в денежном выражении. Натуральные балансы составляются только в Советском Союзе, и интерес к ним определяется тем, что планирование в СССР опирается на систему материальных балансов и в плане большую роль играют показатели объемов производства в натуральном выражении.

Следующий признак классификации межотраслевых балансов—это характер отражения в них межотраслевых связей. Самое широкое распространение получили межотраслевые балансы, составленные по схеме *«Затраты — выпуск»*. Этой схеме была посвящена вся предыдущая глава. Однако схема «Затраты — выпуск» не является единственной. Так, французскими экономистами был составлен межотраслевой баланс Франции за 1951 г. по схеме *«Поставки — выпуск»* (правда, уже баланс 1956 г. составлялся по схеме «Затраты — выпуск»).

Приведенная классификация межотраслевых балансов в сводном виде выглядит так:

Классификационный признак	Балансы, относимые к данной группе
Период анализа	Динамические, статические
Объем информации	Национальные, районные, межрайонные, отраслевые
Измерители	Натуральные, сводные материальные, ценностные
Тип схемы	Поставки—выпуск, затраты—выпуск

§ 2. Предпосылки линейной модели

Основу межотраслевого баланса как инструмента плановых расчетов составляют различные системы коэффициентов. Поэтому ниже будет идти речь об изучении наиболее общих свойств этих коэффициентов вне зависимости от вида используемого баланса.

Распределение продукции в межотраслевом балансе характеризуется следующим соотношением:

$$\sum_{j}^{n} x_{ij} + y_i = X_i, \tag{2-1}$$

где X_i — валовой выпуск отрасли i;

x_{ij} — продукция i-й отрасли, необходимая для производства X_j единиц продукции j-ой отрасли;

y_i — конечный продукт i-й отрасли.

В качестве объекта анализа в межотраслевом балансе выбираются межотраслевые поставки x_{ij}, благодаря чему раскрывается детальная структура отрасли. Появляется новое направление в экономической работе — структурный анализ сложных систем.

Этот анализ существенно упрощается, если ввести предположение о том, что x_{ij} есть линейная или даже линейная однородная функция от X_j. Реализация этого предположения приводит к разработке линейных моделей межотраслевых связей, которые в настоящее время являются наиболее изученными.

Линейная модель межотраслевых связей основана на следующих предпосылках:

1) в каждой отрасли выделяется один или несколько видов деятельности, например производство электроэнергии тепловыми и гидравлическими станциями;

2) нормы затрат по каждому виду деятельности не зависят от объемов производства;

3) внутри каждого вида деятельности нормативы затрат фиксированы, и не допускается замещение продуктов (ресурсов).

Замещение продуктов возможно только в результате замещения одного вида деятельности другим. Так, строительство гидростанций высвобождает топливо для других отраслей.

Если в первой предпосылке потребовать, чтобы в каждой отрасли был выделен только один вид деятельности, то тогда модель станет межотраслевым балансом.

Межотраслевой баланс является наиболее часто применяемой моделью народного хозяйства. Он будет подробно рассмотрен в следующих главах книги.

§ 3. Коэффициенты прямых и полных затрат

Согласно сделанному допущению, x_{ij} есть линейная однородная функция от X_j. Таким образом, справедливо следующее соотношение:

$$x_{ij} = a_{ij} X_j, \tag{2-2}$$

где a_{ij} — коэффициент прямых затрат, показывающий, какое количество продукции отрасли i необходимо для производства единицы продукции отрасли j.

Подставляя (2-2) в (2-1), получим

$$\sum_j a_{ij} X_j + y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{2-3}$$

Это соотношение носит название уравнения распределения продукции в межотраслевом балансе, так как устанавливает зависимость между использованием продукции в различных отраслях и валовой продукцией отраслей.

Размерность коэффициентов прямых затрат зависит от вида баланса. Для сводного материального и ценностного баланса это будут отвлеченные числа. Размерность коэффициентов прямых затрат в натуральном балансе однозначно определяется единицами измерения, принятыми при подсчете продукции отраслей i и j.

Существуют два различных способа для определения коэффициентов прямых затрат. Самый старый и проверенный заключается в изучении затрат отчетного периода. Он обычно используется при построении отчетных межотраслевых балансов. В этом случае коэффициент прямых затрат является средней арифметической из норм затрат на производство данного продукта, т. е.

$$a_{ij} = \frac{\sum_k a_{ij}^k X_j^k}{\sum_k X_j^k}. \qquad (2\text{-}4)$$

Исчисление коэффициентов прямых затрат по этому методу требует определенной устойчивости полученной средней, ее независимости от изменения объемов производства.

Из статистики известно, что полученная средняя будет устойчива лишь в том случае, если она основана на усреднении достаточно большого числа наблюдений. Применительно к нашему примеру это значит, что к одной отрасли должно относиться большое число предприятий, выпускающих однородную продукцию. Во всяком случае для получения достаточно надежных результатов необходимо, чтобы к одной отрасли относилось по крайней мере 25—30 предприятий. Вот почему заполнение схемы межотраслевого баланса по одному предприятию не позволяет рассматривать полученную таблицу как межотраслевой баланс.

Второй путь определения коэффициентов прямых затрат — это последовательное укрупнение производственных норм и продуктов, выпускаемых каждым предприятием. Он используется особенно часто при разработке плановых межотраслевых балансов [15]. Это более трудоемкая работа, чем определение норм по первому методу.

В качестве примера можно указать на то, что к разработке нормативов только по одному строительству привлечено свыше 100 проектных и научно-исследовательских институтов.

Вернемся к уравнению (2-3). Приведя подобные члены, его можно преобразовать к следующему виду:

$$\sum_j^n (\delta_{ij} - a_{ij}) X_j = y_i, \text{ или в матричном виде}$$

$$(E - A) X = Y. \tag{2-5}$$

Коэффициенты при X_j будут теперь характеризовать не только нормы прямых затрат, но и нормы выхода товарной продукции отрасли, так как диагональные элементы равны $1 - a_{ii}$, где a_{ii} — норма внутриотраслевого потребления. Эта разность характеризует удельный вес товарной продукции в валовой продукции отрасли.

Сделанное замечание позволяет отметить одну интересную особенность матрицы $(E—A)$ — все диагональные элементы ее положительные, недиагональные — неположительные. В отличие от A, называемой матрицей коэффициентов прямых затрат, матрица $(E—A)$ называется матрицей коэффициентов затрат — выпуска.

Матрица $(E—A)$, составленная для баланса в денежном выражении, обладает следующими специфическими свойствами:

1) $1 - a_{ii} > 0$;

2) $\sum_i^n (\delta_{ij} - a_{ij}) \geqslant 0 \quad (j = 1, 2, \ldots, n)$;

3) любая из норм ее не превосходит единицу;

4) определитель ее положителен и не превосходит единицу;

5) характеристические числа этой матрицы по своему абсолютному выражению не превосходят единицу, так что ряд $E + A + A^2 + \ldots$ сходится к $(E—A)^{-1}$;

6) все элементы матрицы $(E—A)^{-1}$ положительны;

7) все главные миноры $(E—A)$ положительны;

8) изменение одного коэффициента матрицы $(E—A)$ вызывает изменение всех коэффициентов матрицы $(E—A)^{-1}$. Это условие справедливо для неразложимой матрицы.

Свойства матрицы $(E—A)$ заметно выделяют ее из класса всех квадратных матриц. Матрицы, удовлетворяющие условиям (1) и (2), называют также матрицами Минковского, по имени известного немецкого математика, создателя математического аппарата теории относительности, ставшего впервые изучать эти матрицы. Ряд работ этим матрицам посвятил также известный французский математик Адамар, поэтому их также называют иногда и матрицами Адамара.

Интерес экономистов к этим матрицам объясняется тем, что они составляют основу межотраслевого баланса. В зарубежной литературе эти матрицы называют также матрицами Леонтьева. Такое обилие названий может

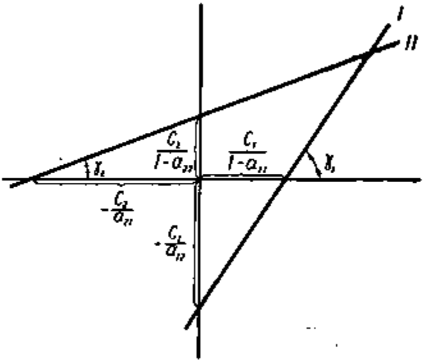


Рис. 3

запутать читателя. Поэтому будем называть эти матрицы *экономическими*.

Отмеченные свойства матриц самым тесным образом связаны с экономической природой метода. Рассмотрим на простом примере свойство (4):

$$(1-a_{11})X_1 - a_{12}X_2 = c_1,$$
$$-a_{21}X_1 + (1-a_{22})X_2 = c_2.$$

Смысл примера состоит в том, чтобы выяснить условия, обеспечивающие положительность валовых выпусков при любых положительных значениях конечного продукта. Экономический смысл важности такого исследования очевиден.

Для решения поставленной задачи построим график (см. рис. 3). На горизонтальной оси будем откладывать затраты и выпуск первого продукта, а на вертикальной — второго продукта. Тогда уравнение распределения первого продукта будет характеризоваться прямой (I), а второго продукта — прямой (II).

Точка пересечения этих прямых лежит в первом квадранте, и, следовательно, валовые выпуски системы оказываются при этом положительными. Нам важно найти те условия, при которых эта точка будет лежать в первом квадранте. Обратимся к чертежу. Из геометрических соображений очевидно, что точка пересечения прямых I и II будет лежать в первом квадранте лишь при том условии, если угол γ_1 больше угла γ_2, что эквивалентно требованию $\operatorname{tg}\gamma_1 > \operatorname{tg}\gamma_2$.

Так как

$$-\operatorname{tg}\gamma_1 = -\frac{c_1}{a_{12}} : \frac{c_1}{1-a_{11}}, \text{ а } -\operatorname{tg}\gamma_2 = -\frac{c_2}{1-a_{22}} : \frac{c_2}{a_{21}},$$

то отсюда получаем $\frac{1-a_{11}}{a_{12}} > \frac{a_{21}}{1-a_{22}}$;

$$(1-a_{11})(1-a_{22}) - a_{12}a_{21} > 0. \qquad (2\text{-}6)$$

Но соотношение (2-6) есть не что иное, как определитель матрицы $(E-A)$. Таким образом, сформулировано следующее важное условие: для того чтобы решение системы уравнений (2-5) было положительным при любых положительных значениях конечной продукции, необходимо и достаточно, чтобы определитель этой системы был положительным [1]. Мы доказали это условие для двух отраслей. Аналогично проводится доказательство для более общего случая.

Эта же задача может быть решена и непосредственно с помощью коэффициентов матрицы затрат — выпуска. Пусть, например, численные значения этих коэффициентов и конечной продукции будут следующими:

$$0{,}9X_1 - 0{,}3X_2 = 1{,}5,$$
$$-0{,}7X_1 + 0{,}6X_2 = 2{,}9.$$

Решение таково: $X_1=5{,}3$ и $X_2=10{,}9$. Вычислив для нашего примера матрицу $(E-A)^{-1}$ и умножив ее (справа)

[1] Данная теорема известна в зарубежной литературе как условие Хаукина—Саймона [59].

на конечный продукт, получим, естественно, те же значения валовых выпусков.

Коэффициенты полных затрат. Наиболее общее определение межотраслевого баланса как метода экономического анализа состоит в том, что он устанавливает взаимосвязи между конечной продукцией каждой отрасли и объемами производства, т. е.

$$X_i = П_i(y_1, y_2, \ldots, y_n) \quad (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{2-7}$$

Одна из задач межотраслевого анализа состоит в том, чтобы установить наиболее простые соотношения между приростом конечной продукции в одной отрасли и обусловливаемым им приростом валовых выпусков всех отраслей. Эта задача формулируется так:

$$\frac{\partial X_i}{\partial y_j} = \frac{\partial П_i(y_1, y_2, \ldots, y_n)}{\partial y_j} \quad (j = 1, 2, \ldots, n). \tag{2-8}$$

Частные производные $\left(\frac{\partial X_i}{\partial y_j}\right)$ как раз и покажут, какими должны быть валовые выпуски для того, чтобы получить требуемый прирост конечной продукции одной отрасли. Если этот прирост равен единице, то мы получим так называемые коэффициенты полных затрат. Из (2-8) непосредственно следует, что характер этих коэффициентов существенно зависит от функции затрат $П_i(y_j)$. Если эти функции линейны, то тогда, по определению,

$$Y = (E - A)X,$$

откуда имеем

$$E = (E - A)\frac{\partial X_i}{\partial y_j} \tag{2-9}$$

и, следовательно,

$$\frac{\partial X_i}{\partial y_j} = (E - A)^{-1}. \tag{2-10}$$

Таким образом, коэффициенты полных затрат в линейной модели определяются как коэффициенты обратной матрицы к $(E—A)$ — матрице затрат-выпуска.

Более сложная зависимость наблюдается для нелинейной модели:

$$X_i = \sum_j \alpha_{ij} X_j^2 + \sum_j \beta_{ij} X_j + \sum_j \gamma_{ij} + y_i \quad (i = 1, 2, \ldots, n). \quad (2\text{-}11)$$

Продифференцировав это выражение по y_j, получим

$$\frac{\partial X_i}{\partial y_j} = 2 \sum_j \alpha_{ij} X_j \frac{\partial X_j}{\partial y_j} + \sum_j \beta_{ij} \frac{\partial X_i}{\partial y_j} + \delta_{ij}$$

$$(i, j = 1, 2, \ldots, n),$$

откуда

$$\sum_j^n (\delta_{ij} - \beta_{ij}) \frac{\partial X_i}{\partial X_j} - 2 \sum_j \alpha_{ij} X_j \frac{\partial X_i}{\partial y_j} = \delta_{ij}$$

и

$$\sum_j (\delta_{ij} - \beta_{ij} - 2\alpha_{ij} X_j) \frac{\partial X_i}{\partial y_j} = \delta_{ij}. \quad (2\text{-}12)$$

Таким образом, в нелинейной модели коэффициенты полных затрат существуют лишь для каждого строго определенного значения конечного продукта.

Коэффициенты полных затрат имеют наиболее простой вид в линейной модели, так как в этом случае частная производная от функции затрат по конечной продукции соответствующей отрасли является числом. В этом случае коэффициенты могут быть записаны в виде таблицы. Если же функция затрат не является линейной, коэффициенты полных затрат оказываются малопригодными для практического анализа.

Остановимся теперь более подробно на экономическом смысле коэффициентов полных затрат в линейной модели межотраслевых связей. Прежде всего убедимся в том, что само название «Коэффициенты полных затрат» неправильно выражает существо дела. Это не полные затраты, а, как уже говорилось, нормы валовых выпусков различных отраслей, необходимые для производства только одной единицы конечной продукции соответствующей отрасли.

Посмотрим, например, что получится, если мы будем определять валовые выпуски всех n отраслей, исходя из следующих данных. В качестве первого шага примем, что в состав конечного продукта входит единица продукции одной лишь первой отрасли. На втором шаге будем считать, что в состав конечного продукта входит единица продукции лишь второй отрасли и т. д.

Иными словами, на каждом шаге конечная продукция будет характеризоваться вектором, компоненты которого равны нулю. Отлична от нуля лишь одна компонента (единица), которая постепенно, шаг за шагом, спускается с первого места на последнее. Для вектора конечной продукции введем обозначение E_i. Подстрочный значок говорит о том, где в данный момент находится единица. Соответственно валовые выпуски для данного шага обозначим через X_i. Сказанное можно записать следующим образом:

$$(E-A)X_i = E_i. \tag{2-13}$$

Справедливость соотношения (2-13) не изменится, если под X_i мы будем подразумевать матрицу, i-я колонка которой имеет тот же смысл, что и раньше, а другие $n-1$ колонок состоят из нулей. Аналогично под E_i будем понимать квадратную матрицу порядка $n\times n$, i-й колонкой которой является уже известный нам вектор E_i, а остальные $n-1$ колонок составлены из нулей.

Просуммируем теперь результаты всех этих шагов:

$$\begin{gathered}(E-A)X_1 = E_1,\\ (E-A)X_2 = E_2,\\ \dots\dots\dots\\ (E-A)X_n = E_n,\end{gathered}$$

$$(E-A)(X_1+X_2+\ldots+X_n) = (E_1+E_2+\ldots E_n). \tag{2-14}$$

Нетрудно заметить, что правая часть в (2-14) является единичной матрицей. Посмотрим теперь, что представляет собой $(X_1+X_2+\ldots+X_n)=B$. Это матрица, колонки которой характеризуют валовые выпуски отраслей, достаточные лишь для получения единицы конечной продукции соответствующей отрасли.

Итак, имеем

$$(E-A)B = E.$$

Отсюда непосредственно следует, что $B=(E-A)^{-1}$. Это говорит о том, что коэффициенты полных затрат в действительности являются нормами выпуска. Каждая такая норма b_{ij} есть не что иное, как валовой выпуск отрасли i, необходимый лишь для того, чтобы в состав конечного продукта вошла одна единица продукции только одной j-й отрасли.

Широкое распространение в литературе получило определение коэффициентов полных затрат как суммы прямых и косвенных затрат. Этот прием был впервые использован еще В. К. Дмитриевым [10]. Нетрудно показать, что в этом случае мы также приходим к матрице $(E-A)^{-1}$.

Теперь заметим следующее. Норма матрицы $(E-A)$

$$\| E-A \| = \max_j \sum_i (\delta_{ij} - a_{ij}) = 1 - \min_j \sum_i a_{ij} \leqslant 1. \quad (2\text{-}15)$$

Поэтому

$$(E-A)^{-1} = E + A + A^2 + \dots \quad (2\text{-}16)$$

Показатели степени в (2-16) можно рассматривать как номер круга (концентра), для которого определяются косвенные затраты, т. е. A — прямые затраты, A^2 — затраты во втором концентре, т. е. на предприятиях, продукция которых расходуется на изготовление элементов затрат, используемых в первом концентре, и т. д.

Следует отметить, что сходимость ряда (2-16) существенно зависит от нормы матрицы A, которая определяется как

$$\| A \| = \max_j \sum_i a_{ij}.$$

Так, если потребовать, чтобы ошибка не превышала 10^{-4}, то тогда можно будет записать соотношение

$$10^{-4} \leqslant \frac{\| A \|^x}{1 - \| A \|}, \quad (2\text{-}17)$$

откуда, логарифмируя, легко найти необходимое (минимальное) число членов ряда (оно равно числу итераций):

$$x \geqslant \frac{-4 + \lg(1 - \| A \|)}{\lg \| A \|}. \quad (2\text{-}18)$$

Зависимость числа итераций от требуемой точности и нормы матрицы характеризуется данными табл. 2-1.

Таблица 2-1

Норма, точность и число итераций

Норма \ Точность	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
	Число итераций		
0,4	6	9	11
0,5	8	11	15
0,6	11	16	20
0,7	17	23	30
0,8	28	39	49

Таблица показывает, что число необходимых итераций пропорционально требуемой точности. Если учесть, что норма экономической матрицы превышает, как правило, 0,5, то тогда станет ясно, что число необходимых итераций при точности 10^{-4} будет равно 15, а при точности 10^{-2}—8. Приведенные оценки убедительно свидетельствуют о том, что обращение экономической матрицы, которое обычно проводится описанным методом, требует значительного числа итераций.

Остановимся теперь на одной особенности коэффициентов полных затрат. Коэффициенты прямых затрат межотраслевого баланса характеризуют только затраты предметов труда и не включают, следовательно, использование орудий труда в процессе производства. Это говорит о том, что «полные затраты» не являются действительно полными. Поэтому для того чтобы определить действительные полные затраты, требуется включить в анализ использование *орудий труда.*

Для осуществления этого расчета необходимо к затратам предметов труда на единицу продукции прибавить величину амортизации i-го вида основных средств, приходящуюся на единицу валовой продукции j-й отрасли. Обозначим данные коэффициенты амортизации через f_{ij}, а их матрицу — через F. С учетом сказанного уравнение распределения произведенной продукции будет иметь следующий вид:

$$(A+F)X+Y=X, \text{ или } (E-A-F)X=Y,$$

откуда непосредственно следует

$$B = (E - A - F)^{-1}. \quad (2\text{-}19)$$

Коэффициенты матрицы B учитывают необходимость простого воспроизводства не только предметов, но и орудий труда. Эти коэффициенты Э. Б. Ершов [12] предложил называть «полными воспроизводственными затратами», подчеркивая тем самым, что здесь речь идет о *всех* возможных затратах.

Между полными воспроизводственными затратами и их обычной формой существует следующее соотношение:

$$(E - A - F)^{-1} = (E - A)^{-1} + (E - F)^{-1} - E + \\ + \sum C^{j}_{i+j} A^{i} F^{j} \quad (i,\ j = 1, 2, \ldots). \quad (2\text{-}20)$$

Практическая необходимость исчисления полных воспроизводственных затрат весьма проблематична, потому что амортизация по отдельным видам основных фондов представляет собой очень небольшую величину, так что учет ее лишь незначительно повлияет на величину полных затрат. Об этом говорят, например, данные табл. 2-2.

Таблица 2-2

Амортизация и фондоемкость отраслей хозяйства Карельской АССР *

Отрасли	Среднеотраслевая фондоемкость	Коэффициент амортизации	Максимальный коэффициент фондоемкости	Отрасль, продукция которой соответствует коэффициенту
Электроэнергия	1,63	0,13	1,34	Строительство
Транспорт и связь	2,65	0,13	2,07	То же
Лесозаготовки	0,54	0,03	0,34	» »
Деревообработка	0,19	0,03	0,12	» »
Целлюлозно-бумажная промышленность	0,56	0,02	0,33	» »
Пищевая промышленность	0,04	0,01	0,03	» »
Легкая промышленность	0,33	0,01	0,03	» »
Машиностроение	0,48	0,06	0,30	» »
Строительство	0,13	0,04	0,04	» »

* Б. П. Суворов. Структура основных фондов в народном хозяйстве Карельской АССР. М., ЛЭММ, 1962.

Мы видим, что все наиболее крупные коэффициенты относятся к одной отрасли — производственному строительству. Если провести дальнейшее разделение этой отрасли в зависимости от типа сооружаемых объектов, что необходимо для разработки динамических моделей, то тогда значение коэффициента еще более уменьшится и при умножении на норму амортизационных отчислений получится исчезающе малая величина.

§ 4. Коэффициенты распределения

С коэффициентами прямых затрат самым тесным образом связаны коэффициенты распределения. Для того чтобы установить эту связь, обратимся вновь к уравнению (2-1), несколько изменив его. Прежде всего заменим конечный продукт, используемый в системе, конечным продуктом, в ней созданным (v_j). Изменим также порядок суммирования элементов x_{ij}: будем складывать их по колонке, что соответствует определению общей величины материальных затрат. Итак, имеем

$$\sum_{i}^{n} x_{ij} + v_j = X_j$$

$$(j = 1, 2, \ \ldots, n). \qquad (2\text{-}21)$$

Это будет уравнение затрат. Оно характеризует общий объем затрат в данной отрасли.

Теперь легко можно ввести коэффициенты распределения продукции. Определяются они аналогично коэффициентам прямых затрат (2-4), только в знаменателе вместо X_j ставится X_i.

$$h_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i}$$

$$(j = 1, 2, \ \ldots, n). \qquad (2\text{-}22)$$

Экономический смысл коэффициентов распределения состоит в том, что они показывают удельный вес каждой отрасли в потреблении определенного продукта, т. е. характеризуют структуру распределения одного продукта по всем отраслям. Коэффициенты же прямых затрат характеризуют противоположное явление — использование каждого продукта в одной отрасли.

Уравнение затрат продукции с помощью коэффициентов распределения может быть переписано так:

$$\sum_{i}^{n} h_{ij} X_i + v_j = X_j \quad (j = 1, 2 \ldots n). \qquad (2\text{-}23)$$

Для того чтобы установить связь между коэффициентами прямых затрат и распределения продукции, подставим в формулу (2-22) вместо межотраслевой поставки ее значение

$$h_{ij} = \frac{a_{ij} X_j}{X_i} = a_{ij} \frac{X_j}{X_i}. \qquad (2\text{-}24)$$

Это же соотношение можно записать в матричной форме, для чего введем следующие обозначения:

A — матрица коэффициентов прямых затрат;

H — матрица коэффициентов распределения;

$\bar{X}$ — диагональная матрица валовых выпусков.

Порядок всех указанных матриц $n \times n$. Подставляя наши матрицы вместо соответствующих показателей в формулу (2-24), получим

$$H = \bar{X}^{-1} A \bar{X}, \qquad (2\text{-}25)$$

а так как матрица $\bar{X}$ по условию невырожденная (это значит, что система состоит только из таких отраслей, которые выпускают определенную продукцию), то матрицы A и H являются подобными[1].

Зависимость между двумя системами коэффициентов, установленная формулой (2-25), означает, что на величину коэффициентов распределения влияет изменение отраслевой структуры производства. Правда, на основе соотношения (2-25) можно установить аналогичную зависимость и коэффициентов затрат от коэффициентов распределения:

$$A = \bar{X} H \bar{X}^{-1}. \qquad (2\text{-}26)$$

Для использования межотраслевого баланса в плановых расчетах крайне важно выявить его наиболее стабильные во времени характеристики. В данном случае речь будет идти о том, какие же коэффициенты, затрат

[1] Матрицы A и B называются подобными, если существует такая невырожденная матрица Y, при которой $A = YBY^{-1}$.

или распределения, оказываются наиболее стабильными. Проще всего на этот вопрос можно ответить путем анализа достаточно большого числа межотраслевых балансов, построенных для одной страны за целый ряд лет. Интуитивно ясно, что более стабильными должны быть коэффициенты прямых затрат. Об этом говорит также и следующий пример. Коэффициенты распределения электроэнергии между отраслями могут измениться только потому (при неизменных коэффициентах затрат), что весь дополнительный прирост выработки электроэнергии будет поглощен какой-либо одной отраслью, например алюминиевой промышленностью, или несколькими отраслями. Этот пример показывает, что коэффициенты затрат более стабильны, чем коэффициенты распределения.

Надо сказать, что стабильность коэффициентов распределения существенно зависит от размера баланса, и для укрупненых балансов, в которых число отраслей равно примерно десяти, эти коэффициенты оказываются довольно стабильными. Это подтверждается данными табл. 2-3.

Таблица 2-3

Удельный вес конечного потребления в валовом выпуске (США)

Отрасли	Годы		
	1929	1939	1947
Сельское хозяйство и рыболовство	0,289	0,244	0,286
Топливо и энергия	0,410	0,402	0,460
Машиностроение	0,633	0,590	0,560
Химическая и бумажная промышленность	0,296	0,252	0,197
Потребительские товары	0,520	0,592	0,543
Пищевая промышленность	0,810	0,770	0,633

Для коэффициентов распределения также можно точно определить соответствующие «полные затраты». Однако поскольку сами коэффициенты распределения оказываются менее стабильными, чем коэффициенты прямых затрат, использование этих более сложных норм в плановой работе не даст должного эффекта.

АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ В МЕЖОТРАСЛЕВОМ БАЛАНСЕ

§ 1. Зависимость коэффициентов полных затрат от структуры матрицы коэффициентов прямых затрат

Для выяснения зависимости между структурой матрицы коэффициентов прямых затрат и коэффициентами полных затрат рассмотрим следующие матрицы коэффициентов прямых затрат: треугольную (вырожденную), треугольную (обычную) и блочно-треугольную (вырожденную блочную).

Возьмем какие-либо две отрасли j и k. Связь этих отраслей друг с другом характеризуется коэффициентами a_{kj} и a_{jk}. Один из этих коэффициентов, а именно a_{jk} $(j>k)$, характеризует прямые связи, а другой — a_{kj} $(j<k)$ обратные. Легко видеть, что классификация связей на прямые и обратные условна, так как она зависит от принятой нумерации отраслей. Однако эта условность не столь существенна. Принципиальное же значение имеет существование отличных от нуля симметричных коэффициентов, что говорит о наличии прямых и обратных связей между отраслями.

Деление связей на прямые и обратные, проведенное на основе произвольно пронумерованной классификации, наводит на мысль о желательности нумерации отраслей, при которой таблица межотраслевых связей примет наиболее простой вид. Такая нумерация преследует одну цель: расположить отрасли в таблице так, чтобы в верхней части — над главной диагональю — были сосредоточены прямые, а в нижней части обратные связи. В результате такой перестановки существенно упрощается анализ системы.

Вырожденная треугольная матрица. Экономическая система, описываемая такой матрицей, лишена обратных связей. Для любой пары отраслей в этой системе характерны отношения, при которых каждая отрасль может только получать продукцию от отрасли, расположенной перед нею. Так, если отрасль *Б* расположена в межотраслевой таблице после отрасли *А*, то отрасль *А* поставляет свою продукцию отрасли *Б*, но отрасль *Б* ни в коем случае не поставляет свою продукцию отрасли *А*. Особенность вырожденной треугольной системы состоит в том, что в ней отсутствует даже внутриотраслевой оборот, поэтому в матрице $(E-A)$ диагональные элементы будут единицами.

Для вычисления элементов матрицы, обратной к вырожденной треугольной, можно воспользоваться следующей формулой:

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^{m-1} a_{i;\, j-(m-k)}\, b_{i+k,\, j} + a_{ij};$$
$$(j-i) = m > 0. \qquad (3\text{-}1)$$

Все b_{ii} $(i=1, 2, \ldots, n)$ равны единице.

Определение элементов обратной матрицы лучше всего проводить последовательно по диагоналям. Коэффициенты полных затрат, лежащие на следующей после главной диагонали, в точности равны одноименным коэффициентам прямых затрат. Различие между коэффициентами прямых и полных затрат быстро увеличивается по мере удаления от главной диагонали.

Треугольная матрица. Экономическая система, описываемая такой матрицей, отличается от рассмотренной выше только наличием внутриотраслевого потребления. Это, например, расход кормов и семян в сельском хозяйстве, расход угля на шахтах, расход электроэнергии на производственные нужды электростанций и т. д. Однако включение в анализ этих связей несколько осложняет расчеты. Все диагональные коэффициенты в матрице полных затрат в этом случае равны $\frac{1}{1-a_{ii}}$, а недиагональные вычисляются по формуле

$$b_{ij} = \frac{1}{1-a_{ii}} \left(\sum_{k=1}^{m-1} a_{i,\, j-(m-k)}\, b_{i+k,\, j} + \frac{a_{ij}}{1-a_{jj}} \right);$$
$$(j-i) = m > 0. \qquad (3\text{-}2)$$

Блочно-треугольная матрица. Экономическая система, описываемая этой матрицей, состоит из нескольких групп отраслей, причем прямые и обратные связи существуют только между отраслями, принадлежащими к одной и той же группе, а между группами отраслей существуют только прямые связи.

Рассмотренная ранее треугольная матрица является частным случаем блочно-треугольной системы. Действительно, укрупнив соответствующим образом отрасли блочно-треугольной системы, мы получим треугольную систему.

Три рассматриваемые системы могут встретиться только при изучении отдельных разделов экономики, например при изучении отраслей, связанных с последовательной переработкой нескольких продуктов, производимых из одного сырья (деревообрабатывающая промышленность, добыча нефти и ее переработка, сельское хозяйство и легкая промышленность и некоторые другие). Для такого анализа характерно выделение совокупности отраслей по типу преобладающей связи.

Для иллюстрации рассмотрим следующую систему:

$$(E-A)=\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ & A_{22} & A_{23} \\ & & A_{33} \end{pmatrix}.$$

Матрица коэффициентов полных затрат для этой системы будет иметь вид

$$\begin{pmatrix} A_{11}^{-1} & A_{11}^{-1}A_{12}A_{22}^{-1} & A_{11}^{-1}\left(A_{12}A_{22}^{-1}A_{23}+A_{13}\right)A_{33}^{-1} \\ & A_{22}^{-1} & A_{22}^{-1}A_{23}A_{33}^{-1} \\ & . & A_{33}^{-1} \end{pmatrix}. \tag{3-3}$$

Здесь мы опять сталкиваемся с уже хорошо известным правилом: чем дальше от главной диагонали располагаются коэффициенты, тем больше разрыв между одноименными коэффициентами прямых и полных затрат. Этот разрыв особенно велик для отраслей, расположенных в конце производственной вертикали, т. е. производящих продукцию, идущую на конечное потребление. Сюда относятся такие отрасли, как строительство, большинство отраслей машиностроения, многие отрасли легкой и пищевой промышленности.

Для вычисления коэффициентов полных затрат по блочно-треугольной матрице удобно воспользоваться формулой, которая аналогична формуле (3-3):

$$B_{ij} = A_{ii}^{-1}\left(\sum_{k=1}^{m-1} A_{i,\,j-(m-k)}B_{i+k,\,j} + A_{ij}A_{jj}^{-1}\right). \quad (3\text{-}4)$$

Таким образом, если провести предварительное упорядочение структуры экономической матрицы, при котором на первое место в ней ставятся отрасли, производящие предметы труда, а в последней части группируются отрасли, производящие продукцию для конечного потребления, то можно убедиться, что количественное различие между полными и прямыми затратами определяется местом рассматриваемой отрасли в общественном разделении труда. Это различие сравнительно мало́ для отраслей, расположенных в начале ряда, и существенно больше для отраслей, расположенных в конце его.

§ 2. Системы коэффициентов в различных балансах

Посмотрим теперь, существует ли какая-либо связь между одной и той же системой коэффициентов, используемых в разных балансах. Эту зависимость мы будем исследовать для натурального, сводного материального и ценностного балансов.

Вся система межотраслевых балансов основывается на натуральном балансе. Коэффициенты этого баланса будут служить своеобразным эталоном при анализе всех других балансов. Обозначим коэффициенты прямых затрат натурального баланса через a_{ij}, а коэффициенты распределения через h_{ij}.

Перейдем теперь от натурального баланса к сводному материальному. Для этого все показатели натурального межотраслевого баланса умножим по строкам на цену каждого продукта. Теперь уже все показатели межотраслевого баланса будут даны в денежном выражении, причем каждый продукт оценивается по единой цене независимо от того, где он используется. Таково главное условие, которому должен удовлетворять сводный материальный баланс.

Выполнение этого условия обеспечивает однозначную сопоставимость двух указанных балансов, позволяет рассматривать эти балансы как единое целое. Это следует также из формальных свойств, присущих системам коэффициентов этих балансов.

Коэффициенты прямых затрат сводного материального баланса равны

$$\overline{a}_{ij} = \frac{p_i x_{ij}}{p_j X_j} = \frac{p_i}{p_j} a_{ij}. \tag{3-5}$$

Таким образом, каждый коэффициент прямых затрат сводного материального баланса равен одноименному коэффициенту натурального баланса, умноженному на отношение цены затрачиваемого продукта к цене производимого продукта. Отношение $\frac{p_i}{p_j}$ можно назвать индексом относительной ценности двух продуктов. Оно показывает, во сколько раз единица затрачиваемого продукта дороже единицы производимого продукта. С помощью этого отношения можно легко анализировать влияние повышения цен одних продуктов на соответствующее удорожание всех других продуктов.

Соотношение (3-5) в матричном виде можно записать так:

$$\overline{A} = P^{-1} A P, \tag{3-5а}$$

где P — диагональная матрица цен.

Отсюда следует, что матрицы коэффициентов прямых затрат натурального и сводного материального балансов подобны друг другу.

Коэффициенты распределения сводного материального баланса равны

$$\overline{h}_{ij} = \frac{p_i x_{ij}}{p_i X_i} = h_{ij}, \tag{3-6}$$

т. е. равны соответствующим коэффициентам натурального баланса.

Итак, натуральный и сводный материальный балансы имеют одни и те же коэффициенты распределения, а матрицы коэффициентов прямых затрат у них подобны. На этом основании оба баланса можно объединить в одну группу под общим названием «материальные балансы».

Еще раз подчеркнем, что единственным условием перехода от натурального баланса к сводному материальному является использование для оценки продукта одной и только одной цены. Цена каждого продукта в сводном материальном балансе зависит исключительно лишь от качества производимого продукта.

Остановимся теперь на условиях, которым должна удовлетворять вся система цен, используемая для построения сводного материального баланса. Вполне очевидно, что цена продукта (p_j) должна быть равна

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij}p_i + v_j = p_j \quad (j = 1, 2, \ldots, n), \tag{3-7}$$

где v_j — вновь созданная стоимость.

При записи этой формулы предполагается, что в составе материальных затрат учитывается также износ орудий труда в натуральном выражении, например, как доля машины, переносимая ежегодно на продукт. Сделав несложные преобразования, получим

$$\sum_{i=1}^{n} (\delta_{ij} - a_{ij})\, p_i = v_j \quad (j = 1, 2, \ldots, n), \tag{3-8}$$

т. е. цены в сводном материальном балансе пропорциональны затратам живого труда.

Рассмотрим теперь систему коэффициентов ценностного баланса (все показатели его будут обозначаться знаком $\wedge$). В ценностном балансе цена продукта зависит от места его реализации. Коэффициенты прямых затрат ценностного баланса равны

$$\hat{a}_{ij} = \frac{c_{ij}x_{ij}}{c^{(j)}X_j} = \frac{c_{ij}}{c^{(j)}}\, a_{ij}, \tag{3-9}$$

где c_{ij} — цена продукта i, используемого в отрасли j, а $c^{(j)}$ — среднереализационная цена, равная

$$c^{(j)} = \frac{\sum\limits_{i} a_{ij}c_{ij} + \hat{v}_j}{X_j}. \tag{3-10}$$

Отношение $\frac{c_{ij}}{c^{(j)}}$ также можно назвать индексом относительной ценности продукта i, используемого в отрасли j, в сравнении со среднереализационной ценой продукта j.

Коэффициенты распределения для ценностного баланса будут равны

$$\hat{h}_{ij} = \frac{c_{ij} x_{ij}}{c^{(i)} X_i} = \frac{c_{ij}}{c^{(i)}} h_{ij}, \tag{3-11}$$

где $c^{(i)}$ — среднереализационная цена продукта i. Она равна

$$c^{(i)} = \frac{\sum_j x_{ij} c_{ij} + \hat{y}_i}{X_i}. \tag{3-12}$$

При $i=j$ имеем $c^{(i)}=c^{(j)}$. Отношение $\frac{c_{ij}}{c^{(i)}}$ можно назвать индексом среднереализационных цен.

Система цен в ценностном балансе при известной структуре реализованного ($\hat{v}_j$) и использованного ($\hat{y}_i$) конечного продукта и при заданных средних ценах должна удовлетворять следующим соотношениям:

по затратам $\sum_i a_{ij} c_{ij} + \hat{v}_j = p_j$;

по распределению $\sum_j x_{ij} c_{ij} + \hat{y}_i = p_i$.

Всего имеем $2n$ уравнений с n^2 неизвестными. Для определения цен на продукты в ценностном балансе необходимо произвольно задать значительное число цен. Так, при размерах баланса 100×100 удельный вес произвольно задаваемых цен будет равен 98%. Однако такой расчет не учитывает, что в балансовой таблице довольно много нулевых элементов, поэтому число произвольно задаваемых цен можно значительно уменьшить. Если, например, заполненность таблицы 100×100 составит 0,5, то удельный вес произвольно задаваемых цен снизится до 96%.

Из сказанного следует, что ценностный баланс позволяет рассчитать систему цен на продукты по каналам их реализации при произвольном задании большинства таких цен. Выбор этих цен может быть сделан с учетом целого ряда дополнительных предположений, поэтому ценностный баланс может служить хорошим инструментом при исследовании различных вопросов политики цен.

Итак, мы рассмотрели два вида денежных межотраслевых балансов. Теперь остается выяснить, каковы же те конкретные экономические условия, которые приводят к построению каждого из них.

Первым условием, оказывающим значительное влияние на выбор того или иного баланса, является организация учета. В Советском Союзе валовая продукция промышленности учитывается по так называемому заводскому методу с исключением внутризаводского оборота. При таком подсчете получается определенный разрыв между показателями выработки продукции в натуральном выражении и валовой продукцией промышленности. Так, например, в валовую продукцию черной металлургии не входит чугун, израсходованный на производство стали на металлургическом комбинате. Он учитывается в составе валовой продукции только в том случае, если расходуется на выплавку стали другими предприятиями или используется на иные производственные нужды за пределами предприятия-производителя.

Подобное исчисление валовой продукции сильно затрудняет построение сводного материального баланса, сопоставимого с натуральным балансом.

Вторым важным условием является зависимость цены на продукцию от канала ее реализации. Такая зависимость объясняется прежде всего существующей практикой взимания налога с оборота, при которой одна часть продукта облагается этим налогом, а другая не облагается. В результате оказывается, что один и тот же продукт оценивается в двух совершенно различных ценах.

Колебания цен по каналам реализации зависят также от вида используемых цен. Так, если оптовая цена на данный продукт установлена франко-склад предприятия-производителя, то очевидно, что цена на этот же продукт у разных его потребителей будет различной.

Кроме того, нельзя не учитывать, что существует практика установления на одну и ту же продукцию разных цен в зависимости от места ее реализации. Например, тариф на электроэнергию дифференцирован по различным группам потребителей.

Анализ условий, определяющих выбор баланса в денежном выражении, говорит о том, что при существующем состоянии учета и ценообразования гораздо легче построить ценностный баланс, чем сводный материальный. Построение сводного материального баланса требует более тщательной статистической работы и большей информации о затратах и реализации каждого продукта.

Наша статистика пока еще не дает такую информацию. Этим объясняется, почему почти все межотраслевые балансы в денежном выражении, разработанные в СССР, являются ценностными.

§ 3. Анализ коэффициентов баланса

Существует несколько способов исследования данной проблемы. Их можно разделить на две группы в зависимости от техники исследования. Первый метод — непосредственное измерение — предполагает сравнение коэффициентов затрат для двух периодов. Второй метод основан на сравнении фактических валовых выпусков с валовыми выпусками для этого же периода, предсказанными на основе межотраслевого баланса. Это так называемый расчетный метод.

Метод непосредственного сравнения коэффициентов затрат в свою очередь имеет две модификации. Первая — это непосредственное сравнение межотраслевых балансов, построенных для двух различных периодов. Вторая модификация — сравнение коэффициентов затрат по отдельным отраслям. Этот метод чаще всего основывается на использовании различных технических данных.

Первую непосредственную проверку коэффициентов затрат осуществил В. Леонтьев на основе таблиц по США за 1919, 1929 и 1939 гг., сгруппированных в 13 отраслей. Для проведения этого анализа В. Леонтьев применил следующую методику. Он взял разность одноименных коэффициентов прямых затрат и разделил ее на среднее арифметическое этих коэффициентов. Полученный показатель, по его мнению, и характеризует изменение коэффициентов прямых затрат:

$$\bar{k}_{ij} = \frac{2\left(a_{ij}^2 - a_{ij}^1\right)}{a_{ij}^2 + a_{ij}^1}. \tag{3-13}$$

Результаты этого анализа показали, что бо́льшая часть коэффициентов затрат претерпела за указанный период значительные изменения.

Необходимо отметить, что использование индекса, предложенного В. Леонтьевым, наталкивается на одну существенную методологическую трудность. Дело в том, что знаменателем в формуле (3-13) является среднее арифметическое значение коэффициентов прямых затрат. В этом случае полученный индекс будет характеризовать колебания коэффициентов вокруг средней, которая, возможно, совсем и не наблюдалась.

Экономическая неопределенность, свойственная индексу В. Леонтьева, заставляет искать иные способы для измерения колебания коэффициентов прямых затрат. Это нетрудно сделать, приняв предположение о том, что индекс должен отображать структурные сдвиги в коэффициентах прямых затрат. В этом случае он будет иметь следующий вид [1]:

$$k_{ij} = \frac{a_{ij}^2 - a_{ij}^1}{a_{ij}^1}. \tag{3-14}$$

Сравнивая выражения (3-13) и (3-14), можно заметить, что использование формулы (3-13) позволяет избежать трудностей, связанных с делением на нуль. Разделим (3-14) на (3-13):

$$\tilde{k}_{ij} = \frac{a_{ij}^2 - a_{ij}^1}{a_{ij}^1} : \frac{2\left(a_{ij}^2 - a_{ij}^1\right)}{a_{ij}^2 + a_{ij}^1} = \frac{1}{2}\left(\frac{a_{ij}^2}{a_{ij}^1} + 1\right). \tag{3-15}$$

Индекс $\tilde{k}_{ij}$ может служить для перехода от одной системы измерения коэффициентов к другой.

В качестве примера рассмотрим колебания коэффициентов прямых затрат по Венгрии (табл. 3-1). Столь сильные колебания коэффициентов за два года

---

[1] Этот индекс предложен Н. Ямада [50]. В нашей диссертации использовалась другая форма этого индекса со знаменателем a^2_{ij}. Однако более целесообразно вычислять индекс по формуле (3-14).

Таблица 3-1

Колебания коэффициентов прямых затрат (Венгрия, 1957 и 1959 гг.)

Колебания коэффициентов	Горная промышленность	Черная металлургия	Металлообработка и машиностроение	Электротехника	Приборостроение	Электроэнергетика	Промышленность строительных материалов	Химия	Деревообработка и производство бумаги	Текстиль	Одежда и обувь	Пищевая промышленность	Прочие отрасли промышленности	Строительство	Сельское хозяйство	Услуги	Прочие отрасли	Всего коэффициентов
До —0,75	1	3	2	1	1	3	3	1	1	2	2	1	0	1	0	1	2	25
От —0,75 до —0,51	4	4	1	4	1	2	2	2	2	1	0	0	4	2	0	1	0	30
» —0,50 » —0,26	4	6	3	0	1	2	2	5	0	0	2	3	3	3	0	2	4	40
» —0,25 » —0,01	5	1	3	1	3	4	1	0	4	1	3	2	2	3	1	1	2	37
» 0 » +0,24	0	1	0	1	1	1	2	4	2	2	1	4	3	2	2	3	0	29
» 0,25 » 0,49	0	0	3	1	0	0	3	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	20
» 0,50 » 0,74	1	0	2	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	2	1	1	16
Более 0,75	1	2	3	6	8	4	3	3	6	6	6	4	3	4	8	5	6	78

объясняются тем, что в 1957—1959 гг. была проведена реформа цен и усовершенствована методология баланса.

Подобная работа, но по более суженной программе была проведена в Японии [50] на основе таблиц за 1951 и 1954 гг., сгруппированных в 36 секторов. Анализировались лишь изменения коэффициентов, характеризующих затраты труда и импорт. Это исследование показало, что колебания примерно $^3/_4$ коэффициентов не выходят за пределы 20%.

Второй путь исследования стабильности коэффициентов затрат основан на анализе динамических рядов, составленных из коэффициентов затрат для отдельных отраслей. Как правило, при проведении такого анализа используется более дробная классификация отраслей, чем та, по которой строятся межотраслевые балансы.

Такое сопоставление является более легким прежде всего потому, что основывается на более надежных данных, разрабатываемых по отдельным отраслям. Ценность этих работ состоит в том, что они связывают межотраслевые исследования с технико-экономическим анализом. Такой подход позволяет сосредоточить основное внимание на изучении технологических особенностей каждой отрасли и рассматривать изменение каждого коэффициента как результат изменения технологии производства.

В литературе известны многочисленные случаи проведения подобных исследований. Такова работа Камерона [56] по 52 отраслям австралийской экономики, охватывающая период от 5 до 10 лет (удельный вес этих отраслей в общем объеме производства Австралии в 1946/47 цензовом году был равен 6,2%). Для своего исследования Камерон выбрал отрасли, в которых продукция и основные элементы затрат могут быть выражены в однородных физических единицах.

Можно привести еще целый ряд других исследований, аналогичных по своему содержанию работе Камерона. Общим результатом этих работ явилось частичное подтверждение гипотезы В. Леонтьева о неизменности коэффициентов затрат для короткого периода времени. Вместе с тем было отмечено, что значительная часть коэффициентов изменяется под влиянием технического прогресса, а потому гипотеза о постоянстве большинства коэффициентов оказывается неприемлемой.

Анализ коэффициентов и построение прогнозов[1]. До сих пор речь шла о непосредственном анализе каждого отдельного коэффициента. Такой анализ выполним лишь в том случае, если имеются межотраслевые балансы или данные об отдельных коэффициентах за ряд лет. К сожалению, это условие часто не выполняется. В этом случае возникает задача об анализе коэффициентов по отдельному балансу, являющемся необходимой предпосылкой для построения прогнозов экономического развития.

Методика анализа состоит в сопоставлении прогноза, полученного на основе межотраслевого баланса, с прогнозом на основе более простых методов. Прогнозирование на основе межотраслевого баланса выполняется в двух вариантах: при постоянных и измененных коэффициентах.

Прогнозы на основе межотраслевого баланса сравниваются с прогнозами, полученными на основе иных методов. В результате выясняется, при каких условиях межотраслевой баланс оказывается более эффективным. Как правило, таким образом проверяется возможность использования отчетных коэффициентов для плановых расчетов.

В качестве альтернативных методов, с которыми сравниваются расчеты по межотраслевому балансу, используются следующие: метод общественного продукта, метод конечного продукта, метод уравнений регрессии.

Метод общественного продукта состоит в фиксировании его отраслевой структуры для всех исследуемых лет:

$$\frac{X_i(T)}{\sum\limits_i X_i(T)} = \frac{X_i(t)}{\sum\limits_i X_i(t)}, \qquad (3\text{-}16)$$

где X_i — выпуск отрасли;
T и t — периоды.

---

[1] Под экономическим прогнозом понимается ориентировочная оценка перспектив хозяйственного развития. Техника прогнозирования существенно отличается от техники планирования. Если в разработке плана участвуют все звенья экономики и он подкрепляется организационными мероприятиями, то прогнозы осуществляются изолированно в каждом звене.

Метод конечного продукта фиксирует удельный вес конечного продукта отрасли в валовом выпуске:

$$\frac{y_i(T)}{X_i(T)} = \frac{y_i(t)}{X_i(t)}, \tag{3-17}$$

где y_i — конечный продукт отрасли.

Уравнения регрессии, используемые для построения прогнозов, связывают валовой выпуск отрасли с общественным продуктом:

$$X_i(t) = \alpha_i \sum_i X_i(t) + \beta_i t + \gamma_i, \tag{3-18}$$

где α_i, β_i и γ_i — постоянные, определяемые на основе статистической обработки данных.

Сопоставление расчетов по названным методам проводилось различными исследователями [43]. Результаты этих исследований говорят о том, что преимущества межотраслевого баланса перед другими методами прогнозирования в случае принятия гипотезы о неизменности коэффициентов прямых затрат недостаточны для того, чтобы оправдать большие расходы по его составлению.

Проведенные эксперименты убедительно показали, что для значительного улучшения межотраслевого баланса как инструмента экономического анализа необходимо отказаться от предположения о постоянстве коэффициентов затрат. Но это значит, что для использования межотраслевого баланса в плановых расчетах необходимо для каждого периода исчислять соответствующие ему коэффициенты затрат. Это новая проблема, выдвигающая на первое место разработку методов планирования коэффициентов затрат. Именно успешное решение этой проблемы должно обеспечить межотраслевому балансу заслуженное признание как наиболее надежному методу планирования сложных экономических систем.

Большую работу в этом направлении проводит Научно-исследовательский экономический институт Госплана СССР [13], который является головной организацией в СССР по данной проблеме. Он ведет расчет межотраслевых балансов в денежном выражении. Натуральные межотраслевые балансы разрабатывает Главный вычислительный центр Госплана СССР. Для разработки балансов названные организации координируют работу очень большого числа научно-исследовательских институтов. Расчеты межотраслевых балансов для отдельных районов координируются ЦЭМИ АН СССР.

В качестве примера, иллюстрирующего планирование коэффициентов, рассмотрим работу, проведенную в одной из экономических лабораторий бывш. Средне-Волжского совнархоза. На базе отчетных межотраслевых балансов за 1959, 1960, 1961 гг. там были рассчитаны планы для б. Татарского совнархоза и его отдельных управлений на 1962 и 1963 гг.

Основу этого расчета составляют коэффициенты прямых затрат, скорректированные для соответствующего года. Такая корректировка проводилась как путем изучения динамики одноименных коэффициентов, так и с помощью сравнительного анализа динамики прямых затрат в абсолютном выражении и динамики валовой продукции соответствующей отрасли. Расчет проводился одновременно для технологических отраслей и для управления в целом (т. е. по отраслям хозяйствования).

Анализ динамики коэффициентов прямых затрат по технологическим отраслям управления совнархоза выявил интересную закономерность в движении коэффициентов. Оказалось, что, в то время как для технологических отраслей осталось без изменения несколько более 2% от общего числа коэффициентов, удельный вес неизменившихся коэффициентов для управлений совнархоза был менее 0,5%.

Указанная закономерность подтверждается и анализом материалов даже по машиностроительным предприятиям, для которых характерно наиболее частое изменение норм. Так, в межотраслевом балансе Татарской АССР все машиностроение республики было подразделено на 39 отраслей. При этом было установлено, что без изменения осталось 5% общего числа коэффициентов.

Тщательный анализ динамики коэффициентов затрат позволил при расчете плана на 1962 г. скорректировать 46,3% общего числа коэффициентов, из них на основе анализа динамических рядов коэффициентов — 28% и на основе более детальных расчетов — 18,3%.

По скорректированным коэффициентам затрат был проведен расчет плана на 1962 г., который сравнивался как с планом, составленным управлениями б. Татарского совнархоза, так и с фактическим выполнением плана за 1962 г. Проведенный эксперимент показал, что расчет плана на основе межотраслевого баланса дает более точные результаты, чем при использовании существующих методов планирования, и, кроме того, занимает намного меньше времени.

§ 4. Анализ важности коэффициентов прямых затрат

Учет в практической работе рассмотренных выше свойств экономических матриц позволяет разработать целый ряд эффективных методов для проведения различных исследований.

Главной задачей, решаемой на основе межотраслевого баланса, является составление сбалансированного народнохозяйственного плана. Этот расчет проводится, как правило, на определенной базе, в качестве которой используется последний отчетный год (или несколько последних лет). При такой постановке дела возникает необходимость в расчете различных элементов баланса на плановый год. Одно из важнейших звеньев этой работы — определение коэффициентов прямых затрат на плановый период.

Строгая постановка этой задачи требует, чтобы корректировке подверглись все коэффициенты. Легко себе представить трудоемкость и, следовательно, дороговизну этой работы. К счастью, дело обстоит несколько проще. Оказывается, все коэффициенты экономической матрицы можно разделить на две большие группы: важные, которые необходимо корректировать, и второстепенные, которые можно оставить без изменения при проведении большинства плановых расчетов.

Такое разделение коэффициентов основано на учете влияния, оказываемого на коэффициенты полных затрат изменением каждого коэффициента прямых затрат. Те коэффициенты прямых затрат, изменение которых в определенных границах приводит к незначительному изменению соответствующего ему коэффициента полных затрат, принято называть *второстепенными*. Остальные коэффициенты принято называть *важными*. Естественно, что такой анализ проводится при заданной точности расчета коэффициентов. Особое внимание необходимо обратить на крупные коэффициенты, удельный вес которых в общей массе коэффициентов весьма невелик. Это видно на примере распределения коэффициентов затрат в США за 1947 г. (табл. 3—2).

Таблица 3-2

Коэффициенты затрат	Удельный вес, %	Коэффициенты затрат	Удельный вес, %
До 0,0050	75,57	От 0,030 до 0,040	1,33
От 0,005 до 0,010	9,69	» 0,040 » 0,050	0,78
» 0,010 » 0,015	4,14	» 0,050 » 0,075	1,00
» 0,015 » 0,020	2,64	» 0,075 » 0,100	0,54
» 0,020 » 0,025	1,85	» 0,100 » 0,150	0,49
» 0,025 » 0,030	1,20	» 0,15	0,77

Выясним теперь общий характер связи коэффициентов прямых и полных затрат[1]. Равенство $(E-A)\times\times(E-A)^{-1}=E$ продифференцируем по коэффициентам матрицы затрат-выпуска:

$$\frac{\partial(E-A)}{\partial(E-A)}(E-A)^{-1}+(E-A)\frac{\partial(E-A)^{-1}}{\partial(E-A)}=0, \quad (3\text{-}19)$$

откуда

$$\frac{\partial(E-A)^{-1}}{\partial(E-A)}=-(E-A)^{-1}\frac{\partial(E-A)}{\partial(E-A)}(E-A)^{-1}; \quad (3\text{-}20)$$

$$\frac{\partial(E-A)}{\partial(E-A)}=(e_{ij}). \quad (3\text{-}21)$$

Но (e_{ij}) является матрицей, у которой элемент, стоящий в j-й колонке и i-й строке,— единица, а остальные элементы нули.

Теперь заметим, что матрица (e_{ij}) может быть представлена как произведение двух матриц

$$(e_{ij})=(e_{i1})(e_{1j}), \quad (3\text{-}22)$$

[1] См. Д. К. Фаддеев и В. Н. Фаддеева. Вычислительные методы линейной алгебры. М.— Л., Физматгиз, 1963, стр. 148—149.

Используя (3-21) и (3-22), равенство (3-20) можно записать следующим образом [1]:

$$\frac{\partial (E-A)^{-1}}{\partial (E-A)} = -(E-A)^{-1}(e_{i1})(e_{1j})(E-A)^{-1} =$$

$$= -\begin{pmatrix} b_{1i} & 0 & \dots & 0 \\ b_{2i} & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots \\ b_{ni} & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{j1} & b_{j2} & \dots & b_{jn} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} =$$

$$= -\begin{pmatrix} b_{1i} \cdot b_{j1} & b_{1i} \cdot b_{j2} & \dots & b_{1i} b_{jn} \\ b_{2i} \cdot b_{j1} & b_{2i} \cdot b_{j2} & \dots & b_{2i} b_{jn} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{ni} \cdot b_{j1} & b_{ni} \cdot b_{j2} & \dots & b_{ni} b_{jn} \end{pmatrix},$$

т. е.

$$\frac{\partial (E-A)^{-1}}{\partial (E-A)} = -b_{kj} b_{jl}. \qquad (3\text{-}23)$$

Очевидно, что полный дифференциал будет равен:

$$d(E-A)^{-1} = \sum_{i,j} b_{ki} \cdot b_{jl} \cdot da_{ij}. \qquad (3\text{-}24)$$

Отсюда ясно, что любое изменение элементов матрицы A приводит к изменению коэффициентов полных затрат.

Формула (3-24) мало пригодна для практического использования: она рассчитана на очень малые изменения коэффициентов прямых затрат. Кроме того, она не учитывает того, что одинаковые изменения коэффициентов полных затрат в разных отраслях приводят к различным последствиям в зависимости от изменения объема производства в этой отрасли.

Поэтому естественным развитием данного анализа является нахождение общей зависимости между изменением коэффициентов прямых затрат и соответствующим изменением коэффициентов полных затрат. Решение

---

[1] $(E-A)^{-1} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix}.$

задачи нетрудно получить, воспользовавшись методом пополнения для обращения матриц [41].

Матрицы $(E-A)$ и $(E-A)^{-1}=B$ известны. Известна также матрица (Δa_{ij}) — изменений коэффициентов прямых затрат, т. е.

$$(E - A_1) = (E - A_0 - (\Delta a_{ij})). \tag{3-25}$$

Матрицу, обратную к $(E-A_0-(\Delta a_{ij})$, обозначим через $\bar{B}$. Наша задача состоит в том, чтобы найти матрицу $(\Delta b) = \bar{B} - B$.

Матрицу (Δa_{ij}), если она удовлетворяет определенным условиям, можно представить в виде

$$(\Delta a_{ij}) = cd, \tag{3-26}$$

где c — вектор столбец
и d — вектор-строка.

Ранг матрицы cd равен единице. Нетрудно убедиться, что между матрицами B и $\bar{B}$ существует следующая связь:

$$\bar{B} = B + \frac{1}{\gamma} BcdB, \text{ где } \gamma = 1 - dBc \neq 0. \tag{3-27}$$

Действительно,

$$[(E - A) - cd]\left(B + \frac{1}{\gamma} BcdB\right) = E + \frac{1}{\gamma} cdB - cdB -$$

$$- \frac{1}{\gamma} c(dBc)\,dB = E + \frac{1}{\gamma} cdB - cdB - \frac{1}{\gamma} cdB + cdB = E.$$

Это означает, что

$$\Delta b = \frac{B\,(cd)\,B}{1 - dBc} = \frac{(b_{ij})\,(\Delta a_{ij})\,(b_{ij})}{1 - \sum_i \sum_j b_{ji} \Delta a_{ij}}. \tag{3-28}$$

Такова связь между изменениями коэффициентов прямых и полных затрат.

Пусть изменению подвергается только один коэффициент прямых затрат: a_{kl}. Тогда в матрице (Δa_{ij}) отличным от нуля будет лишь коэффициент Δa_{kl}. Поэтому для случая изменения лишь одного коэффициента формулу (3-28) можно записать так:

$$\Delta b_{ij} = \frac{b_{ik} \Delta a_{kl} b_{lj}}{1 - b_{lk} \Delta a_{kl}} = \frac{b_{lj} b_{ik} \Delta a_{kl}}{1 - \Delta a_{kl} b_{lk}}. \tag{3-29}$$

Сравнивая (3-24) и (3-29), замечаем, что эти выражения отличаются друг от друга лишь знаменателем. Причем если изменение Δa_{kl} считать бесконечно малым, то тогда (3-29) превратится в (3-24).

С помощью (3-29) нетрудно определить прирост валовых выпусков за счет изменения коэффициентов полных затрат:

$$\Delta X_i = \sum_j \Delta b_{ij} y_j,$$

а относительный прирост составит

$$\frac{\Delta X_i}{X_i} = \frac{\sum_j \Delta b_{ij} y_j}{\sum_j b_{ij} y_j}. \tag{3-30}$$

Этот прирост является функцией от изменения лишь *одного* коэффициента прямых затрат. Если теперь потребовать, чтобы относительные изменения не превышали заданной нормы

$$\max_i \frac{\Delta X_i}{X_i} \leqslant \mu, \tag{3-31}$$

то тогда для *каждого* коэффициента прямых затрат можно будет определить границы его допустимых изменений:

$$a'_{ij} \leqslant a_{ij} \leqslant a^{*}_{ij},$$

или, что то же самое, найти такое Δa_{ij}, чтобы

$$a_{ij} - \Delta a_{ij} \leqslant a_{ij} \leqslant a_{ij} + \Delta a_{ij}.$$

Так как по определению

$$\mu \geqslant \max_i \frac{\Sigma \Delta b_{ij} y_j}{X_i} =$$

$$= \max_i \frac{1}{X_i} \frac{b_{ik} \Delta a_{kl} \sum_j b_{lj} y_j}{1 - \Delta a_{kl} b_{lk}} = \frac{\Delta a_{kl} X_l}{1 - \Delta a_{kl} b_{lk}} \max_i \frac{b_{ik}}{X_i},$$

откуда следует

$$\mu \geqslant \Delta a_{kl} \left(\max_i \frac{b_{ik}}{X_i} \cdot X_l + \mu b_{lk} \right)$$

и $$\Delta a_{kl} \leqslant \frac{\mu}{\left(\max\limits_{i} \frac{b_{lk}}{X_i}\right) X_l + \mu b_{lk}}. \tag{3-32}$$[1]

Использование этой формулы показало, что, как и следовало ожидать, наибольшее изменение объемов производства наблюдается для той отрасли, по которой изменяется коэффициент прямых затрат. Так, изменение норм расхода стали оказывает, естественно, наибольшее влияние на выпуск самой стали.

В расчетах по межотраслевому балансу СССР за 1959 г. [12] было взято $\mu=0{,}01$. При этом обнаружено, что лишь для 583 коэффициентов прямых затрат максимально допустимое отклонение не превышает самого значения коэффициента. Эти коэффициенты были названы важными.

Надо сказать, что такая оценка важности коэффициентов является излишне обременительной, так как 1% колебания валовых выпусков неравноценен для различных отраслей. Одно дело — изменение на 1% валового выпуска по ключевым, ведущим отраслям, таким, как химия, радиоэлектроника, и другое дело — однопроцентное изменение валового выпуска кирпича или даже цемента, производство которых опережает в настоящее время потребности.

Приведенные примеры подтверждают, что отрасли, представленные в межотраслевом балансе, на самом деле не являются равноправными. Их можно разделить на несколько групп в зависимости от их важности и для каждой такой группы задать свой допустимый процент изменения валовых выпусков. Понятно, что чем важнее отрасль, тем меньше должна быть возможная допустимая ошибка. Именно с этих позиций подходили американские экономисты к анализу мобилизационного плана [67].

Допустимые границы изменения валовых выпусков отдельных отраслей были приняты следующими:

---

[1] Эта же формула, но без вывода дается в работе Э. Б. Ершова «Математические методы в статической модели межотраслевого баланса». Доклад на научном совещании по проблемам межотраслевого баланса. НИЭИ Госплана СССР. М., 1963. Приведенное доказательство дано А. А. Седовой.

сталь — 5%, первичная медь — 3, строительство и производство оборудования для добывающей промышленности — 5, банки и страхование — 100%.

Анализ состоял в последовательном удвоении каждого коэффициента прямых затрат и определении тех отраслей, для которых наблюдается рост валового выпуска, превышающий заданные пределы.

§ 5. Корректировка коэффициентов прямых затрат

Разработка межотраслевых балансов на плановый период представляет собой очень сложную экономическую задачу. Рассмотрим некоторые приемы, используемые для расчета коэффициентов прямых затрат планового баланса.

Наиболее надежным путем определения этих коэффициентов является прямой их расчет отраслевыми институтами. Он широко используется при составлении плановых балансов в СССР. К участию в разработке этих норм привлекаются десятки отраслевых научно-исследовательских институтов.

Для расчета плановых коэффициентов используются различные методы в зависимости от характера отрасли. Так, в отраслях, производящих широкий ассортимент продукции, значительная часть выпуска которых идет на внутриотраслевое потребление (химическая промышленность, производство строительных материалов), составляются одноотраслевые балансы. На их основе рассчитываются затем агрегированные нормы. В отраслях, выпускающих преимущественно монопродукты (цемент, электроэнергия), коэффициенты рассчитываются сразу по всей номенклатуре продукции.

При расчете коэффициентов на плановый период необходимо сосредоточивать усилия лишь на установлении точных значений важных коэффициентов, число которых сравнительно невелико. Такое решение позволяет качественно выполнить данную работу с наименьшими затратами.

Использование этого пути приводит к применению различных приближенных, сравнительно недорогих приемов для определения второстепенных коэффициентов прямых затрат. Наиболее известный из этих приемов — экстраполяция коэффициентов прямых затрат на основе динамических рядов, составленных из коэффициентов прямых затрат. Понятно, что такие ряды можно составить только в том случае, если межотраслевые балансы будут построены в неизменных ценах производителей. Экстраполяция по этим рядам возможна на сравнительно небольшие периоды времени. Так, если для составления такого динамического ряда использовались коэффициенты за 10-летний период, то экстраполяция возможна лишь на 2—3 года вперед.

Другой прием приближенного расчета коэффициентов — так называемый метод RAS. Он предложен Р. Стоуном [40]. В основе этого метода лежит расчет основных факторов, определяющих изменение коэффициентов затрат по известным выходным параметрам модели. Это валовой выпуск (X), конечный продукт, использованный в системе (y), и конечный продукт, созданный в ней (v).

Отправной точкой этого метода является матрица коэффициентов прямых затрат отчетного периода. Предполагается, что изменение отчетных коэффициентов определяется действием следующих двух факторов:

а) эффектом замещения, который оценивается по той степени, в которой продукт j замещает другие продукты в производстве;

б) эффектом фабрикации, который оценивается по той степени, в которой производство продукции в отрасли k требует бóльших затрат труда и основных фондов.

Использование этих посылок основано на предположении о том, что действие этих эффектов равномерно распространяется на все отрасли. С этой целью вводятся две матрицы:

$$R = \begin{pmatrix} r_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & r_2 & \dots & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & r_n \end{pmatrix} \text{ и } S = \begin{pmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & s_2 & \dots & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & s_n \end{pmatrix}.$$

Каждый коэффициент r_j характеризует изменение расхода продукта j в производстве. Соответственно коэффициент s_j характеризует изменение удельного веса добавленной стоимости в валовой продукции отрасли.

Сделанные замечания позволяют записать следующее соотношение:

$$ {}_1A = R_0AS. \tag{3-33} $$

Как уже было сказано, метод RAS применяется при известных выходных значениях системы. Поэтому

$$ ({}_1x_{ij}) = {}_1A_1\hat{X} = (R_0AS)\,{}_1\hat{X}, \tag{3-34} $$

где $\hat{X}$ — диагональная матрица валовых выпусков.

Обратимся теперь к другим условиям применения данного метода — используем информацию о конечном продукте:

$$ {}_1X - {}_1y = ({}_1x_{ij})\,e = R\left({}_0A_1\hat{X}\right)Se, \tag{3-35} $$

где e — вектор размерности $n\times 1$, составленный из единиц.

И, наконец,

$$ {}_1X^* - {}_1v^* = e^*\,({}_1x_{ij}) = e^*R\left({}_0A_1\hat{X}\right)S. \tag{3-36} $$

Уравнения (3-35) и (3-36) содержат $2n$ уравнений с $2n$ неизвестными — диагональными элементами матриц R и S. Решив эти уравнения, получим искомые значения коэффициентов.

Рассмотренный метод не является совершенным. Он может быть эффективен лишь в соединении с другими методами, и прежде всего прямыми методами расчета коэффициентов, которые позволяют исправить многие его огрехи.

§ 6. Приближенные расчеты по межотраслевому балансу

Приближенные методы [24, 62] значительно облегчают расчеты по межотраслевому балансу. Основная идея этих методов состоит в приведении экономической матрицы к каноническому виду — треугольной или блочно-диагональной форме — с одновременной перестановкой одноименных строк и колонок, что приводит к изменению порядка отраслей в системе.

Приведение экономических матриц к каноническому виду оказывается возможным прежде всего благодаря тому, что значительная часть элементов нулевые, а число крупных элементов сравнительно невелико. Так, в матрице 200-го порядка уже 70% элементов — нули, причем удельный вес нулевых элементов растет в геометрической прогрессии с ростом размера баланса. Поэтому чем больше размеры таблицы, тем легче она приводится к каноническому виду.

Приближенные расчеты по треугольным матрицам. Приведение матрицы межотраслевого баланса к треугольной форме позволяет применить для ее обработки различные искусственные приемы, смысл которых состоит в более грубом учете обратных связей системы.

В матрице, приведенной к треугольному виду, обратные связи оказываются расположенными под главной диагональю. Если отбросить эти коэффициенты, то тогда матрица окажется чисто треугольной. Однако просто исключить эти коэффициенты нельзя. Информация, которую они содержат, должна быть учтена хотя бы приближенно в полученной треугольной матрице.

Один из возможных приемов заключается в том, что величина межотраслевых поставок каждого продукта, учитываемая в качестве обратной связи, рассматривается как внутрипроизводственное потребление данного продукта, т. е.

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=i-1} a_{ij} X_j}{X_i} = c_i. \qquad (3\text{-}37)$$

Величина c_i прибавляется к диагональным элементам $(a_{ii}+c_i)$. В этом случае матрица будет иметь следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11}+c_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ & a_{22}+c_2 & \dots & a_{2n} \\ & & \ddots & \\ & & & a_{nn}+c_n \end{pmatrix}.$$

Этим приемом можно успешно пользоваться лишь в том случае, когда планируемая структура производства $(X_j^{пл})$ не слишком сильно отличается от отчетной $(X_j^{отч})$, т. е. от той структуры, при которой рассчитана величина c_i. Сказанное полностью определяется правилами агрегирования.

Другой возможный прием состоит в том, что межотраслевые поставки, соответствующие обратным связям

$$\left(\sum_{j=1}^{j=i-1} a_{ij}X_j\right),$$

выносятся в правую часть системы уравнений, т. е. добавляются к конечному потреблению. Они рассматриваются как прочее производственное потребление в натуральном балансе. Свойства каждого приема характеризует следующий пример.

Пусть дана система, приведенная к треугольному виду:

	А	Б	В	Г	Конечный продукт планового года
Валовая продукция отчетного года	10	15	20	25	
А	0,00	0,10	0,15	0,04	8
Б	0,00	0,00	0,08	0,06	15
В	0,06	0,02	0,00	0,40	20
Г	0,00	0,04	0,06	0,00	20

В соответствии с первым методом получаем следующие значения валовых выпусков:

$$\begin{pmatrix} 1,00 & -0,10 & -0,15 & -0,04 \\ 0,00 & 1,00 & -0,08 & -0,06 \\ 0,00 & 0,00 & 0,955 & -0,40 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,928 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 8 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15,5 \\ 18,6 \\ 28,1 \\ 20,1 \end{pmatrix}$$

и по второму методу

$$\begin{pmatrix} 1,00 & -0,10 & -0,15 & -0,04 \\ & 1,00 & -0,08 & -0,06 \\ & & 1,00 & -0,40 \\ & & & 1,00 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 8 \\ 15 \\ 29 \\ 38,0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15,3 \\ 18,7 \\ 26,4 \\ 21,8 \end{pmatrix}.$$

Оценка точности методов дана в табл. 3-3.

Оба метода дают практически одинаковые результаты: они занижены в сравнении с методом прямого счета. Это объясняется тем, что движение продукции, порожденное обратными связями, учитывалось при базисных, более низких объемах производства. Поэтому расчет при бóльших значениях конечного продукта и дал заниженные результаты. Из сказанного следует, что эффективность приближенных методов зависит от того, сколь сильно планируемые объемы производства будут отличаться от исходных.

Таблица 3-3

Продукты	Прямой расчет	1-й метод	2-й метод	Точность	
				1-й метод (гр. 2: гр. 1)	2-й метод (гр. 3: гр. 1)
	1	2	3		
А	15,9	15,5	15,3	0,975	0,963
Б	19,3	18,6	18,7	0,965	0,968
В	32,1	28,1	26,4	0,875	0,822
Г	28,9	20,1	21,8	0,722	0,765
Всего	96,2	82,3	82,2	0,866	0,865

Расчеты по блочным матрицам. Обобщением идей триангуляции является приведение матриц к блочному виду. Блочные матрицы очень удобны для проведения различных расчетов.

Задача разбиения на блоки заключается в том, чтобы разделить все отрасли на подмножества так, чтобы максимально заполненными оказались лишь диагональные блоки. Приведение матриц к блочному виду осуществляется в общем по тем же правилам, что и триангуляция.

Наиболее простым случаем данной задачи является разбиение отраслей на два подмножества. На этом примере удобно проиллюстрировать технику приближенных расчетов, основной смысл которых заключается в приближенной оценке информации, содержащейся в недиагональных блоках, для быстрой оценки валовых выпусков в отраслях, вошедших в рассматриваемый блок. Предложено два метода решения этой задачи.

Первый метод. Пусть все отрасли разбиты на два подмножества r и s, так что можно записать следующее равенство:

$$\begin{pmatrix} x_r \\ x_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{rr} & A_{rs} \\ A_{sr} & A_{ss} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_r \\ x_s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_r \\ y_s \end{pmatrix}. \qquad (3\text{-}38)$$

Тогда можно найти такие диагональные матрицы $\hat{a}_r$ и $\hat{a}_s$, каждый элемент которых является коэффициентом распределения, характеризующим удельный вес продукции одной из отраслей группы r (или s), потребляемой всеми отраслями другой группы — s (или r). С помощью этих матриц можно записать следующие соотношения:

$$A_{rs} X_s = \hat{a}_r X_r, \tag{3-39}$$

$$A_{sr} X_r = \hat{a}_s X_s. \tag{3-40}$$

Отсюда непосредственно следует:

$$\begin{pmatrix} X_r \\ X_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{rr} + \hat{a}_r & \\ & A_{ss} + \hat{a}_s \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_r \\ X_s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_r \\ y_s \end{pmatrix}, \tag{3-41}$$

$$X_r = \left(E - A_{rr} - \hat{a}_r\right)^{-1} y_r, \tag{3-42}$$

$$X_s = \left(E - A_{ss} - \hat{a}_s\right)^{-1} y_s. \tag{3-43}$$

Использование данного метода основано на предположении о том, что по своей абсолютной величине коэффициенты $\hat{a}_r$ и $\hat{a}_s$ окажутся достаточно малыми и изменение в структуре валовой продукции всех отраслей не вызовет заметных искажений в прогнозе.

Второй метод основан на последовательном агрегировании отраслей. Например, для определения общего объема производства одной группы отраслей все другие отрасли укрупняются в одну.

Пусть требуется определить валовой выпуск отраслей группы r. В этом случае отрасли группы s объединяются в одну отрасль, где Σx_{i_2} обозначим через η_s, а $\sum_{i_2} y_{i_2}$ обозначим через γ_s.

Вместо $A_{rs} = (a_{i_1 j_2})$, $A_{sr} = (a_{i_2 j_1})$, $A_{ss} = (a_{i_2 j_2})$ вводятся

$$a'_s = \sum_{i_2} a_{i_2 j_1}, \quad a'_r = \left(a_{i_1 j_2}\right) = \frac{\sum\limits_{j_2} a_{i_1 j_2} X_{j_2}}{\sum\limits_{j_2} X_{j_2}}, \quad a'_{ss} = \frac{\sum\limits_{i_2} \sum\limits_{j_2} a_{i_2 j_2} X_{j_2}}{\sum\limits_{j_2} X_{j_2}}.$$

В этом случае задача определения валовых выпусков отраслей группы может быть решена следующим образом:

$$\begin{pmatrix} X_r \\ \eta_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{rr} & a_r' \\ a_s' & a_{ss}' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_r \\ \eta_s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_r \\ \gamma_s \end{pmatrix}, \qquad (3\text{-}44)$$

откуда следует

$$\begin{pmatrix} X_r \\ \eta_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E - A_{rr} & -a_r' \\ -a_s' & 1 - a_{ss}' \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} y_r \\ \gamma_s \end{pmatrix}. \qquad (3\text{-}45)$$

Таким образом, для расчета валовых выпусков какой-либо одной группы отраслей можно ограничиться подробным рассмотрением лишь этой группы отраслей. Условия применения этого метода в общем те же, что и в первом случае.

Использование (3-45) требует предварительного определения коэффициентов прямых затрат (a_r) по агрегированным отраслям. Этот расчет имеет смысл в том случае, если структура валовой продукции агрегируемых отраслей в плановом периоде не слишком сильно отличается от отчетной. В противном случае рассматриваемый метод будет неэффективным.

Приближенные расчеты по блочным матрицам будут достаточно эффективными лишь при условии, если на долю каждого блока приходится весьма существенная часть производственного потребления этих продуктов. Ю. Р. Лейбкинд [24] приводит данные, характеризующие блоки межотраслевого баланса США за 1947 г.:

Удельный вес внутриблокового потребления, %

Добывающая промышленность и химия	60,7
Легкая промышленность	84,1
Сельское хозяйство и пищевая промышленность	92,7
Строительство и промышленность строительных материалов	68,4
Металлургия и металлообработка	82,5
Средняя	80,7

Расчеты по блочным матрицам особенно целесообразны, если размеры межотраслевого баланса оказываются весьма значительными. В этом случае существенно облегчается счетная обработка баланса, что особенно важно на предварительной стадии планирования.

ГЛАВА 4

КЛАССИФИКАЦИЯ ОТРАСЛЕЙ В МЕЖОТРАСЛЕВОМ БАЛАНСЕ

§ 1. Определение отрасли в межотраслевом балансе

Уже само название метода «межотраслевой баланс» указывает на то, что его главным назначением является исследование межотраслевых связей, более строго — анализ взаимообусловленности развития отдельных отраслей. В жертву этому исследованию в ряде случаев приносятся даже естественные различия между продуктами, производимыми одной и той же отраслью, так как продукция каждой отрасли считается внутренне однородной.

Существующая практика построения межотраслевых балансов знает два определения понятия «Отрасль». Согласно первому из них отрасль рассматривается как совокупность предприятий, специализирующихся на производстве одного и того же продукта, точнее — на производстве группы однородных продуктов. Такое определение отрасли следует за первоначальной схемой Л. Вальраса. Оно лежит в основе статистического определения этого понятия.

Иной подход к понятию «Отрасль» был использован В. Леонтьевым при разработке первых балансовых таблиц. Он выдвинул идею о выделении так называемых «чистых» отраслей в противовес отрасли как совокупности предприятий[1]. Под этим понятием объединяются

---

[1] Сходные идеи можно найти в экономической статистике многих стран. Так, например, в советской статистике валовая продукция районных производственных комбинатов учитывается не в целом по комбинату, а отдельно по группам продуктов, что соответствует принципу «чистой» отрасли. В экономической статистике ФРГ при разработке статистических материалов используются два понятия предприятия. Одно из них близко нашему пониманию предприятия, а другое больше соответствует «чистой» отрасли.

технологические процессы, в ходе которых выпускается один определенный продукт, принимающий форму товара.

Важно отметить, что такое определение отрасли не противопоставляется определению отрасли как совокупности предприятий, специализированных на производстве определенного продукта. Тем самым разработка межотраслевого баланса не противопоставляется обычным экономико-статистическим исследованиям, ибо определение «чистой» отрасли носит служебный характер.

Использование этого определения при разработке межотраслевого баланса позволяет добиться большей однородности затрат в каждой отрасли, ибо под понятием «Отрасль» теперь уже объединяются исключительно только продукты, родственные друг другу либо с точки зрения технологии, либо имеющие примерно одинаковые потребительские свойства. При таком подходе совершенно исключается объединение производств по принципу административной подчиненности, что имеет место при использовании обычного, экономико-статистического определения отрасли.

Построение межотраслевого баланса по принципу «чистой» отрасли необходимо также для сопоставимости денежных и натуральных балансов. Это имеет очень большое значение для практики плановой работы, так как позволяет детализировать стоимостные показатели, превращать их в натуральные и, с другой стороны, прямо переходить от натуральных показателей к стоимостным. Нетрудно заметить, что построение баланса по принципу «группа предприятий — отрасль» препятствует проведению этой работы, ибо стоимость всех продуктов, произведенных в народном хозяйстве, больше величины общественного продукта на величину внутризаводского оборота. Использование «чистой» отрасли при разработке баланса выдвигает другую задачу — переход от показателей, рассчитанных по «чистым» отраслям, к показателям для обычных отраслей. Это необходимо для сопоставимости с обычными показателями и для доведения плановых заданий до конкретных исполнителей (предприятий).

Такое определение отрасли особенно важно в тех случаях, когда в рассматриваемой системе значительный удельный вес занимают отрасли, производящие самую разнородную продукцию. А так как тенденцией экономического развития является прогрессирующее разделение труда, то легко заметить, что различия между двумя определениями отрасли будут постепенно стираться. Понятие отрасли как совокупности предприятий будет постепенно приближаться по своему составу к определению отрасли как совокупности технологических процессов, в ходе которых производится определенный продукт. Сейчас, к сожалению, эти различия пока еще велики, о чем убедительно говорят следующие данные[1]:

Удельный вес неотраслевой продукции в валовой продукции отраслей промышленности СССР в 1959 г.

Горнорудная промышленность	14,8
Металлургия	11,7
Электростанции	1,8
Угольная промышленность	0,4
Промышленность строительных материалов	8,4
Энергетическое машиностроение	20,2
Производство кузнечно-прессового оборудования	34,1
Станкостроение	7,7
Производство подъемно-транспортного оборудования	35,1
Транспортное машиностроение	27,8

Важно отметить, что удельный вес неотраслевой продукции в валовой продукции отрасли зависит от принятой классификации межотраслевого баланса. Чем дробнее классификация баланса, тем больше удельный вес неотраслевой продукции. Дело здесь в том, что чем шире классификация баланса, тем короче перечень продуктов, относимых к данной отрасли, а перечень продуктов неотраслевого профиля — длиннее. Следовательно, чем детальнее структура межотраслевого баланса, тем больше разрыв между результатами, полученными на основе двух рассматриваемых принципов определения отрасли.

В самом общем виде схему образования отраслей можно представить себе так. На основе предварительного выявления всех производимых продуктов и соответствующих им технологических способов строится очень детальный межпродуктовый баланс (то обстоятельство,

[1] М. Р. Эйдельман. Методологические проблемы отчетного межотраслевого баланса.— «Вестник статистики», 1963, № 5, стр. 15.

что размеры такого баланса будут очень велики, не имеет принципиального значения). Затем на основе изучения связей между отдельными продуктами и структуры конечного потребления принимается решение о постепенном укрупнении размеров баланса, об объединении технологических способов в отдельные отрасли.

Очевидно, что число агрегатов отраслей, получающихся в результате такого укрупнения, не является постоянной величиной, а зависит от того, с какой дробностью дается информация о структуре изучаемой системы. При таком подходе понятие «Отрасль» оказывается производным от двух других более элементарных понятий «Продукт» и «Технологический способ».

Продуктом называется законченный результат процесса труда. Потребление этого продукта может быть отделено от процесса производства, если продукт имеет форму вещи, либо практически совпадает с процессом производства самого продукта, если он приобретает вид услуги или энергии. Для нашего анализа важно выяснить условия, в которых производятся и потребляются эти продукты.

Следующим шагом является группировка продуктов и соответствующих им технологических способов в более крупные единицы, агрегаты однородных продуктов. В основе такого объединения лежат следующие признаки — однородность по вертикали и однородность по горизонтали, к исследованию которых мы и переходим.

Определение однородности двух продуктов тесно связано со схемой межотраслевого баланса. Два продукта называются однородными по вертикали, если они имеют одинаковую или почти одинаковую структуру затрат. Для измерения этой «одинаковости» может с успехом использоваться коэффициент корреляции. Чем он ближе к единице, тем более похожа структура затрат двух рассматриваемых продуктов.

Аналогично определяется однородность по горизонтали. Два продукта называются однородными по горизонтали, если они в одних и тех же пропорциях используются для производства других продуктов. В этом случае также правомерно говорить о продуктах, почти однородных по горизонтали.

Пусть $(E—A)$ — матрица коэффициентов затрат и выпуска. Тогда корреляционная матрица $(E—A)^* (E—A)$

будет характеризовать однородность продуктов по вертикали, а матрица $(E-A)$ $(E-A)^*$ — однородность по горизонтали.

От введенных понятий однородности продуктов следует отличать вертикальное и горизонтальное объединение.

Объединение по вертикали двух продуктов имеет место в том случае, если один из них используется лишь при производстве другого продукта и не служит ни для каких иных производственных целей. С этой точки зрения однородными считаются сырье и готовый продукт, например железная руда и чугун, руды цветных металлов и сами цветные металлы.

Более общим случаем является частичное использование одного продукта при производстве ограниченного числа других продуктов. С этой точки зрения однородными (частично) можно признать полиметаллические руды и каждый из металлов, получаемых из этих руд. Данный пример говорит о том, что однородными по вертикали можно считать продукты, производимые из одного и того же сырья.

Об объединении по вертикали можно сказать, что к нему относятся такие продукты (и технологические процессы), которые образуют производственную вертикаль «сырье — готовый продукт».

В основе объединения продуктов по горизонтали лежат их потребительные стоимости. Продукты объединяются по горизонтали в том случае, если они удовлетворяют один и тот же круг потребностей, производственных или непроизводственных.

Более строгим определением однородности по горизонтали можно считать неизменность соотношения двух продуктов, используемых для удовлетворения одних и тех же потребностей. Главная трудность в реализации этого правила заключается в измерении потребностей. Дело в том, что для некоторых потребностей можно указать лишь суммарный спрос на данную группу продуктов. Так, например, планируя обеспеченность скота кормами, подсчитывают общую потребность в концентратах, но при этом совсем не определяется, какие культуры следует для этого выращивать.

Подобное положение наблюдается во всех случаях, когда общая потребность определяется в каких-либо условных единицах. Конечно, характер подобного усреднения существенно зависит от того уровня, на котором производится подобный расчет. Одно дело, например, расчет плана предприятия и другое дело — составление народнохозяйственного плана. Чем сложнее изучаемая система, тем грубее различные условные измерители, тем более вероятны ошибки.

Использование различных условных измерителей говорит о том, что для нас в известном смысле безразлична внутренняя структура группы, соотношение между отдельными составляющими ее. Поэтому, в частности, мы можем считать, что продукты, входящие в каждую такую группу, используются для удовлетворения различных потребностей в какой-либо неизменной пропорции. Поскольку такие продукты составляют отдельную группу, то понятно, что при проведении подобного анализа принимаются во внимание лишь потребности во всех других продуктах.

Другим видом агрегирования является так называемое частичное горизонтальное объединение отраслей. Для проведения такого объединения каждая отрасль разделяется на ряд процессов. Среди этих процессов, выделенных в каждой отрасли, выбираются процессы с одинаковой структурой затрат. Они объединяются в особую условную отрасль, или так называемую отрасль обслуживания.

Сказанное можно проиллюстрировать следующим примером [1]. Рассмотрим выработку вискозного, нейлонового, шелкового и хлопчатобумажного трикотажа. Каждую такую отрасль можно разделить по крайней мере на две части: одна часть — это сам процесс вязания, вторая — все остальные операции по изготовлению трикотажа. Если предположить, что затраты на вязание не зависят от вида пряжи, то тогда можно образовать условную отрасль «Вязание», уменьшив соответствующие элементы затрат четырех названных отраслей.

Примером частичного горизонтального объединения может служить также образование условной отрасли «Расходы по обслуживанию производства». Правда,

---

[1] М. Хольцман. Проблемы классификации и объединения.— В кн.: «Исследования структуры американской экономики», М., Госстатиздат, 1958, стр. 375.

в этом случае основанием для объединения является то обстоятельство, что эти расходы относятся к так называемым условно-постоянным затратам (общепроизводственные и общехозяйственные).

Смысл выделения условных отраслей услуг состоит в том, что они позволяют добиться большей однородности в структуре материальных затрат, а это очень важно с точки зрения организации плановых расчетов. Это обеспечивает в первую очередь большую устойчивость коэффициентов.

Таковы основные качественные признаки агрегирования. Они широко применяются на практике. Примером вертикального объединения является отнесение к отрасли «Черная металлургия» следующих подотраслей: «Руды черных металлов», «Агломерат», «Кокс», «Огнеупоры».

Примером горизонтального объединения является производство электроэнергии на гидравлических и тепловых электростанциях, рассматриваемое как одна отрасль материального производства.

В результате использования различных приемов агрегирования первоначальная матрица может быть укрупнена до необходимых размеров. При таком подходе совершенно не учитывается организационная структура предприятий. Это приводит к тому, что каждое предприятие оказывается разделенным на ряд производств, относимых к разным отраслям.

Надо сказать, что осуществить эту идею на практике оказывается довольно трудно, причем главным препятствием является внутризаводской оборот. Трудность, связанную с ним, удается преодолеть лишь при построении баланса в результате экспедиционной разработки, как это было, например, в Мордовской АССР и Татарской АССР. Когда же исходные данные готовят сами предприятия (это имело место при построении баланса по Прибалтийскому экономическому району), приходится особым образом оговаривать те случаи, в которых внутризаводской оборот рассматривается как межотраслевые поставки литья черных металлов, поковок и штамповок, крепежа, инструмента, электроэнергии и теплоэнергии, воды, пара и тары.

Смысл подобного отступления понятен. Эти продукты производятся большим числом предприятий самого разнообразного отраслевого профиля. Поэтому большой интерес представляет специализация и концентрация производства каждого из этих продуктов. Если же с ними обойтись, как с внутризаводским оборотом, то тогда один из самых злободневных вопросов организации производства окажется вне поля зрения.

При изучении межотраслевых технологических связей упор делается на отрасль, так как исследуемые соотношения мало зависят от организации производства.

Подобную независимость принцип «группа предприятий — отрасль» не обеспечивает. Главным барьером, лежащим между двумя названными принципами, является внутризаводской оборот, исключаемый при подсчете валовой продукции. Чем ниже этот барьер, тем ближе оба принципа друг к другу. К сожалению, границы внутризаводского оборота являются сейчас весьма неопределенными. Поэтому совсем отказаться от этого понятия в ближайшее время, видимо, не удастся. Значительно больший интерес представляет исключение из внутризаводского оборота определенных продуктов и разработка соответствующих позиций баланса в натуральном выражении.

Промежуточное решение было принято ЦСУ СССР при разработке межотраслевого баланса СССР за 1959 г. Тогда также использовалось некоторое разделение отраслей хозяйствования, но при этом не исключался внутризаводской оборот.

§ 2. Организационно-технологические способы

Каждая «чистая» отрасль, выделяемая в межотраслевом балансе, представляет собой совокупность производственных процессов, в ходе которых изготовляется определенный, однородный продукт. Строго придерживаясь этого правила, мы должны будем отнести к одной отрасли все процессы — ими могут быть предприятия, производящие однородную продукцию, но имеющие весьма и весьма разные показатели хозяйственной деятельности. Прежде всего будут различаться такие показатели, как производительность труда, рентабельность, удельный вес заработной платы в себестоимости. Не останутся без изменения и показатели материальных затрат, причем некоторые из них, например расход электроэнергии в промышленности, могут также значительно колебаться.

Приведенные соображения говорят о том, что технологическая отрасль внутренне не является достаточно однородной. В самой этой отрасли можно прежде всего выделить наиболее передовые предприятия с высокими производственными показателями. Все такие предприятия можно объединить в одну группу внутри отрасли, назвав ее «лучшей практикой». Очевидно, что дальнейшее развитие отрасли будет идти в сторону все большего и большего увеличения удельного веса «лучшей практики» за счет соответствующего сокращения в первую очередь «худшей практики».

Разделение «чистой» отрасли на отдельные группы по производственным показателям представляет собой только один частный случай выделения организационно-технологических способов. В качестве основы для такого разделения могут использоваться самые различные показатели: социальная природа предприятий, технологические различия в производстве, географическое положение, что особенно важно при анализе добывающей промышленности и сельского хозяйства, ведомственная подчиненность фабрик и заводов. Могут быть выдвинуты и некоторые другие признаки.

Разделение предприятий по их социальной природе особенно важно при разработке материалов по сельскому хозяйству. Здесь выделяются следующие три типа хозяйств: совхозы и другие государственные предприятия, колхозы и личные подсобные хозяйства населения.

Разделение некоторых отраслей сельского хозяйства на три указанные группы вызвано необходимостью распределения плановых заданий между различными категориями хозяйств. Аналогичное значение имеет также выделение внутри отрасли различных групп по географической принадлежности предприятий. Так, например, выделение внутри отрасли «Уголь» Донецкого и Канско-Ачинского бассейнов важно не только потому, что они расположены далеко друг от друга, но и потому, что уголь в этих бассейнах производится при совершенно разной технологии. В Донбассе — подземная добыча, в Канско-Ачинском бассейне — более дешевая открытая добыча.

Разделение технологической отрасли на группы по характеру технологии имеет особенно большое значение в электроэнергетике, так как в ней существуют два совершенно различных типа предприятий — гидравлические и тепловые электростанции. Понятно, что и структура затрат, и себестоимость единицы продукции на этих станциях будут различны.

Приведенные примеры показывают, что «чистая» отрасль не является внутренне однородным агрегатом. В ней по различным признакам можно выделить более однородные группы предприятий, которые в дальнейшем будем называть организационно-технологическими способами или коротко — оргтехспособами. Выделение внутри каждой отрасли различных оргтехспособов приводит к целому ряду важных особенностей при расчетах на основе межотраслевого баланса.

Первая такая особенность заключается в увеличении точности расчета, что достигается за счет более подробной дифференциации условий производства. Вторая особенность — облегчение разверстывания плана по конкретным исполнителям, так как в этом случае имеется бо́льшая информация относительно самой структуры отрасли. И, наконец, третья особенность — возможность обработки межотраслевого баланса методами линейного программирования.

§ 3. Существующие классификации отраслей

Наибольшую сложность при построении межотраслевого баланса представляет классификация отраслей материального производства, так как характер классификации существенно зависит от заданных размеров баланса.

Каждая классификация межотраслевого баланса разрабатывается только после предварительной оценки размеров балансовой таблицы.

Разработка классификации баланса затрагивает прежде всего его I раздел. Что же касается второго и третьего разделов, то в них выделяется примерно одно и то же число позиций независимо от размеров I раздела баланса.

В табл. 4-1 приводится сопоставление классификаций межотраслевого баланса СССР за 1959 г.[1] и межотраслевых балансов США за 1939 г.[2].

Таблица 4-1

Структура классификации балансов СССР и США

	СССР		США	
	число отраслей	удельный вес, %	число отраслей	удельный вес, %
Орудия труда	20	28	15	20
Предметы труда, топливо и энергия	40	55	38	52
Предметы потребления и услуги	12	17	21	28
Всего	72	100	74	100

Сравнивая структуру классификаций двух балансов, замечаем, что удельный вес отраслей, производящих преимущественно предметы труда, в обоих случаях примерно одинаков. Различия между классификациями проявляются прежде всего в том, что в классификации, принятой в США, выше удельный вес отраслей, производящих предметы потребления, и заметно ниже удельный вес отраслей, производящих преимущественно орудия труда.

Отмеченное различие связано прежде всего с особенностями статической схемы баланса. В этой схеме капиталовложения являются заданной величиной и не ставится проблемы выбора между производством различных элементов основных фондов. Проблема выбора возникает лишь в динамической схеме, поэтому в статической схеме можно сократить удельный вес отраслей, производящих орудия труда. При этом надо иметь в виду, что сказанное справедливо лишь для отраслей, производящих одни и только одни орудия труда.

[1] См. «Народное хозяйство СССР в 1961 году». Стат. ежегодник, 1962.

[2] См. В. Леонтьев и др. Исследования структуры американской экономики. М., Госстатиздат, 1958.

Центром тяжести в классификации статического баланса являются предметы труда и услуги. Ведь именно между этими отраслями прослеживаются при краткосрочном анализе наиболее развитые прямые и обратные связи.

Учет этих связей и составляет главное назначение статического межотраслевого баланса.

Иное дело — динамический баланс. Здесь резко возрастают требования к информации об отраслях, производящих элементы основных фондов. Учет этих требований приводит к необходимости существенно увеличить удельный вес отраслей, производящих орудия труда. Если подойти с этой точки зрения к двум расомотренным классификациям, то надо будет признать, что классификация советского межотраслевого баланса ближе к динамической схеме, чем классификация американского баланса.

§ 4. Аналитические приемы агрегирования [1]

До сих пор изложение проблем агрегирования базировалось на анализе его качественных приемов. Достоинства качественных приемов несомненны: они основаны, действительно, на анализе специфических свойств продуктов. Вместе с тем качественное агрегирование имеет такой существенный недостаток, как количественную неопределенность. Поэтому особый интерес представляет обзор количественных приемов агрегирования.

Плановые расчеты по всему народному хозяйству основаны на использовании балансов разной степени дробности. Так, по детальному балансу, насчитывающему, например, несколько сот позиций, трудно принимать решения о развитии всего народного хозяйства. Он более необходим для дальнейшей детализации решений. Каждый из этих балансов вскрывает специфические особенности в строении изучаемой системы и то, чего не удалось заметить в детальном балансе, может быть подмечено в более укрупненном. Это понятно. Когда мы стоим

---

[1] Вместо английского слова «агрегирование» можно было бы употребить русское «объединение», если бы не необходимость подчеркнуть, что речь идет не о простом суммировании, а о получении агрегатов.

слишком близко к картине, то различаем лишь отдельные мазки. Постепенно удаляясь от нее, мы замечаем, как они исчезают и все четче выступает замысел художника. Однако если слишком далеко отойти от картины, то она станет трудноразличимой и впечатление от нее будет уже намного слабее. Нечто подобное происходит и с балансом по мере его агрегирования. В этой проблеме, пользуясь данной аналогией, легко выделить две тесно связанные задачи.

Первая задача — это выбор точки зрения: ведь картину можно рассматривать под разными углами. Точно так же, например, 200 отраслей можно укрупнить в 50 отраслей с помощью очень большого числа способов. Правда, большую часть из числа подобных решений следует отбросить, так как они экономически необоснованы, однако все равно останется значительное число таких способов, из которых надо выбрать лишь один.

Вторая задача — это выбор расстояния, на которое следует отойти для того, чтобы лучше рассмотреть картину. Для нашего примера это определение числа отраслей в балансе. Поставленные задачи, строго говоря, идут в обратном порядке, т. е. сначала надо определить размеры баланса, а затем уже указать правило объединения отраслей. Однако исторически решение этих задач развивалось иначе. Возможно, это объясняется и тем, что первая задача является более общей.

Интерес к проблеме агрегирования возник в связи с потребностями индексного анализа. В первую очередь он связан с разработкой индекса цен, качество которого непосредственно зависит от того, насколько удачно выбраны товары, относимые к изучаемой группе. Сам выбор этих товаров является частным случаем значительно более общей задачи — соизмерения потребительных стоимостей.

Особенно интенсивная разработка проблемы агрегирования началась уже в послевоенные годы, а построение межотраслевых балансов оказалось для нее хорошей питательной средой, так что сама проблема выросла в две больших задачи, о которых уже говорилось. Вторая из этих задач решается пока интуитивно.

Размеры современных межотраслевых балансов в денежном выражении не превосходят 500 отраслей. Это объясняется тем, что с увеличением размеров баланса свыше определенного числа позиций заполненность его, т. е. удельный вес заполненных позиций, постоянно уменьшается. Уже 500-отраслевая таблица оказывается заполненной всего только на 5—8%, а 1000-отраслевая — всего на 3%. Заполненность таблицы — это коэффициент ее полезного действия.

Построение больших таблиц оказывается малоэффективным и по другим соображениям. Они требуют сильного разукрупнения предприятий, которое может повлечь за собой получение неустойчивых показателей.

В народном хозяйстве производится около 20 тыс. различных продуктов. Они должны быть объединены примерно в 500 групп, т. е. укрупнены в 40 раз. Качественные приемы позволяют выбрать основные пути решения этой задачи, но они недостаточны для самого решения ее, так как не обеспечивают необходимую однозначность ответа. Добиться однозначности решения можно только с помощью аналитических приемов агрегирования.

Метод точного агрегирования должен обеспечить так называемую неизменность возврата, которая говорит о равенстве конечного продукта агрегированной системы конечному продукту, полученному непосредственным агрегированием.

Рассмотрим условия, при которых реализуется этот критерий. Введем обозначения:

	До агрегирования	После агрегирования
Промежуточный продукт	x_{ij}	x_{rk}
Валовой продукт	x_j	x_r
Конечный продукт	y_i	y_r
Коэффициент прямых затрат	a_{ij}	a_{rk}
Размеры I раздела	n	m

Не ограничивая общности, допустим, что в исходном балансе отрасли расположены в таком порядке, что они последовательно укрупняются в соответствующие отрасли агрегированной системы. Отрасли с 1 до h_1 объединяются в отрасль I, отрасли с h_1+1 до h_2 — в отрасль II, отрасли с $h_{m-1}+1$ до n — в отрасль m.

Процесс агрегирования удобно записать с помощью матрицы, которая носит название *оператора агрегирования*. Условимся обозначать эту матрицу через T. Размеры ее $m \times n$. По своему строению это блочно-диагональная матрица. В диагональных блоках ее записаны веса, с которыми отрасли исходной системы объединяются в отрасли искомой системы.

$$\begin{array}{cc} & \quad 1\ 2 \ldots h_1\ \ h_1+1 \ldots h_2 \ldots h_{m-1}+1 \ldots n \\ T = \begin{array}{c} \mathrm{I} \\ \mathrm{II} \\ \vdots \\ m \end{array} & \begin{bmatrix} 1\,1 \ldots 1 & 0 & \ldots 0 \ldots & 0 \ldots 0 \\ 0\,0 \ldots 0 & 1 & \ldots 1 \ldots & 0 \ldots 0 \\ & & & \\ 0\,0 \ldots 0 & 0 & \ldots 0 \ldots & 1 \ldots 1 \end{bmatrix}. \end{array}$$

В данном случае это будет оператор так называемого невзвешенного агрегирования, так как веса всех отраслей равны единице.

С помощью оператора T процесс агрегирования записывается так (* — знак транспонирования):

$$T(x_{ij})T^* = (\bar{x}_{rk}). \tag{4-1}$$

$$TX = \bar{X}, \tag{4-2}$$

$$TY = \bar{Y}. \tag{4-3}$$

Действие этого оператора проиллюстрируем на примере (см. табл. 4-2).

Таблица 4-2

	I	II	III	Конечный продукт	Валовой продукт
I	2	3	2	3	10
II	4	1	3	2	10
III	4	3	1	2	10
Труд Валовой продукт	— 10	3 10	4 10	— —	— —

Пусть агрегируются отрасли I и II. Эту операцию можно записать так:

$$\begin{pmatrix}1 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}2 & 3 & 2\\ 4 & 1 & 3\\ 4 & 3 & 1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}1 & 0\\ 1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}2+4 & 3+1 & 2+3\\ 4 & 3 & 1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}1 & 0\\ 1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}=$$

$$=\left(\begin{array}{c|c}2+4+ & \\ +3+1 & 2+3\\ \hline 4+3 & 1\end{array}\right).$$

Подобным же образом проводится агрегирование вектора конечного продукта и вектора валового выпуска. Отсюда легко вывести правило, которое описывает действие этого оператора. Умножение исходной матрицы на оператор *слева* соответствует суммированию строк. Умножение исходной матрицы на транспонированную матрицу оператора *справа* соответствует суммированию колонок.

Невзвешенное агрегирование применяется для перехода от объемных показателей исходной системы к объемным показателям искомой системы. Для объединения норм затрат необходимо пользоваться взвешенным агрегированием. Вернемся к нашему примеру:

$$\begin{pmatrix}\dfrac{0{,}2X_1+0{,}4X_1+0{,}3X_2+0{,}1X_2}{X_1+X_2} & \dfrac{0{,}2X_3+0{,}3X_3}{X_3}\\[2ex] \dfrac{0{,}4X_1+0{,}3X_2}{X_1+X_2} & \dfrac{0{,}1X_3}{X_3}\end{pmatrix}=$$

$$=\begin{pmatrix}\dfrac{0{,}6X_1+0{,}4X_2}{X_1+X_2} & 0{,}5\\[2ex] \dfrac{0{,}4X_1+0{,}3X_2}{X_1+X_2} & 0{,}1\end{pmatrix}.$$

Роль весов играют два следующих отношения:

$$w_1=\frac{X_1}{X_1+X_2}\ \text{ и }\ w_2=\frac{X_2}{X_1+X_2}. \qquad (4\text{-}4)$$

Сумма этих весов удовлетворяет следующему условию:

$$w_1+w_2=1. \qquad (4\text{-}5)$$

Как уже было показано, процесс агрегирования состоит из двух стадий: на первой объединяются строки, на второй — колонки. Строго говоря, агрегирование возможно в том случае, если мы имеем дело со сводным материальным или ценностным балансами. Для них безразлично, чтó объединять сначала — строки или колонки. Совершенно иное положение наблюдается в том случае, если агрегированию подвергается натуральный баланс. Здесь легко можно складывать колонки, но нельзя складывать строки. Чтобы агрегирование в этом случае было возможным, следует указать систему весов. Но это значит, что от натурального необходимо перейти к сводному материальному балансу.

Агрегирование норм, рассмотренное на небольшом примере, в общем виде можно записать так:

$$\bar{A} = TAT^{*}(w). \tag{4-6}$$

Здесь $T(w)$ имеет ту же структуру, что и T, только вместо единиц стоят веса w. Таким образом, выражение (4-6) играет ту же роль, что и выражение (4-1).

Матрицы T и $T^{*}(w)$ обладают одним замечательным свойством: их произведение — единичная матрица, порядок которой равен размерам агрегированной системы:

$$T \cdot T^{*}(w) = E. \tag{4-7}$$

В этом легко убедиться непосредственным перемножением. Так, для нашего примера имеем:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} w_1 & 0 \\ w_2 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 + w_2 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Если агрегирование проведено правильно, то между X и Y должно существовать однозначное соответствие. Так как, с одной стороны,

$$\bar{Y} = \left(E - \bar{A}\right)\bar{X} \tag{4-8}$$

и

$$Y = (E - A)X, \tag{4-9}$$

а с другой стороны,

$$TY = \bar{Y}, \tag{4-10}$$

то $$T[(E-A)X]=(E-\bar{A})TX.$$

Раскрыв скобки, получим:

$$TX-TA\cdot X=TX-\bar{A}T\cdot X,$$

откуда следует, что

$$TA\cdot X=\bar{A}T\cdot X. \qquad (4\text{-}11)$$

Исключив из обеих частей этого тождества X, получим так называемое условие Хатанака

$$TA=\bar{A}T. \qquad (4\text{-}12)$$

Это же условие можно вывести и иначе. По определению имеем:

$$\bar{A}=TAT^{*}(w).$$

Умножим теперь обе части этого равенства справа на E и, учитывая (4-7), получим:

$$(\bar{A}T)T^{*}(w)=TAT^{*}(w),$$
$$\bar{A}T=TA.$$

Из соотношения (4-12) вытекает, что матрица A не зависит от $T^{*}(w)$. Условие неизменности возврата выполняется только в том случае, если суммы коэффициентов затрат в объединяемых отраслях одинаковы[1].

---

[1] Моришима и Сетон [74] получили аналогичные условия для коэффициентов распределения (h_{ij}):

$$TH^{*}=H^{*}T.$$

Например:

$$\begin{pmatrix}1&1&0\\0&0&1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}h_{11}&h_{21}&h_{31}\\h_{12}&h_{22}&h_{32}\\h_{13}&h_{23}&h_{33}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}h_{11}+h_{12}&h_{21}+h_{22}&h_{31}+h_{32}\\h_{13}&h_{23}&h_{33}\end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix}\bar{h}_{11}&\bar{h}_{21}\\\bar{h}_{12}&\bar{h}_{22}\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}1&1&0\\0&0&1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\bar{h}_{11}&\bar{h}_{11}&\bar{h}_{21}\\\bar{h}_{12}&\bar{h}_{12}&\bar{h}_{22}\end{pmatrix},$$

т. е.

$$h_{11}+h_{12}=\bar{h}_{11}\qquad h_{21}+h_{22}=\bar{h}_{11}\qquad h_{31}+h_{32}=\bar{h}_{21}$$
$$h_{13}=\bar{h}_{12}\qquad h_{23}=\bar{h}_{12}\qquad h_{33}=\bar{h}_{22}.$$

Это значит, что продукция объединяемых отраслей должна одинаково распределяться по объединенным отраслям. Условие Моришима — Сетона совершенно аналогично условию Хатанака. Это и не удивительно, так как матрицы коэффициентов прямых затрат и распределения подобны друг другу.

Рассмотрим это на примере, в котором объединяются отрасли 1 и 2, 3 и 4.

$$A = \left(\begin{array}{cc|cc|c} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ \hline a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ \hline a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{array}\right).$$

Интересующие нас матрицы имеют следующий вид:

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \bar{A} = \begin{pmatrix} \bar{a}_{11} & \bar{a}_{12} & \bar{a}_{13} \\ \bar{a}_{21} & \bar{a}_{22} & \bar{a}_{23} \\ \bar{a}_{31} & \bar{a}_{32} & \bar{a}_{33} \end{pmatrix}.$$

С их помощью операцию агрегирования можно записать так:

$$T \cdot A = \begin{pmatrix} a_{11} + a_{21} & a_{12} + a_{22} & a_{13} + a_{23} & a_{14} + a_{24} & a_{15} + a_{25} \\ a_{31} + a_{41} & a_{32} + a_{42} & a_{33} + a_{43} & a_{34} + a_{44} & a_{35} + a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{pmatrix}.$$

$$\bar{A} \cdot T = \begin{pmatrix} \bar{a}_{11} & \bar{a}_{11} & \bar{a}_{12} & \bar{a}_{12} & \bar{a}_{13} \\ \bar{a}_{21} & \bar{a}_{21} & \bar{a}_{22} & \bar{a}_{22} & \bar{a}_{23} \\ \bar{a}_{31} & \bar{a}_{31} & \bar{a}_{32} & \bar{a}_{32} & \bar{a}_{33} \end{pmatrix}.$$

Разность матриц TA и $\bar{A}T$ должна быть равна нулю, поэтому

$$\bar{a}_{11} = a_{11} + a_{21} = a_{12} + a_{22}; \quad \bar{a}_{12} = a_{13} + a_{23} = a_{14} + a_{24};$$
$$\bar{a}_{21} = a_{31} + a_{41} = a_{32} + a_{42}; \quad \bar{a}_{22} = a_{33} + a_{43} = a_{34} + a_{44};$$
$$\bar{a}_{31} = a_{51} = a_{52}; \quad \bar{a}_{32} = a_{53} = a_{54};$$
$$\bar{a}_{13} = a_{15} + a_{25};$$
$$\bar{a}_{23} = a_{35} + a_{45};$$
$$\bar{a}_{33} = a_{55}.$$

Условие Хатанака [60, 63] говорит о том, что суммы коэффициентов затрат в объединяемых отраслях, полученные при предварительном разбиении исходной системы, должны быть равны. Экономическая сторона условия очевидна: затраты объединяемых отраслей на продукцию объединенных отраслей должны быть одинаковыми.

Необходимость этого условия объясняется следующим простым соображением: в этом случае любое изменение структуры валовой продукции системы не оказывает влияния на величину коэффициентов агрегированной системы. К сожалению, вероятность выполнения условия Хатанака ничтожна. Поэтому совершенно ясно, что рассчитывать на точное решение проблемы агрегирования не приходится.

Перейдем к оценке расхождений между видами агрегирования (предсказаниями) [58]. Решив уравнения (4-8) и (4-9) относительно объемов производства, получим

$$\tilde{X} = \left(E - \tilde{A}\right)^{-1} \tilde{Y} \qquad (4\text{-}13)$$

и

$$X = (E - A)^{-1} Y. \qquad (4\text{-}14)$$

Применим теперь оператор T к обеим частям (4-9) и получим

$$TX = TY + TAX. \qquad (4\text{-}15)$$

Из (4-8) имеем

$$\tilde{X} = \tilde{Y} + \tilde{A}\tilde{X}. \qquad (4\text{-}16)$$

Так как

$$TY = \tilde{Y},$$

то

$$\tilde{X} - TX = \tilde{A}\tilde{X} - TAX.$$

Подставив в правую часть вместо $\tilde{X}$ и X их значения из (4-13) и (4-14), получим

$$\tilde{X} - TX = \tilde{A}\left(E - \tilde{A}\right)^{-1}\tilde{Y} - TA(E - A)^{-1}Y,$$

откуда

$$\tilde{X} - TX = \left[\left(E - \tilde{A}\right)^{-1} T - T(E - A)^{-1}\right] Y. \qquad (4\text{-}17)$$

Вынесем из (4-17) матрицы $(E-A)^{-1}$ и $(E-\bar{A})^{-1}$ за скобки

$$(E-\bar{A})^{-1}\left[\bar{A}T-TA\right](E-A)^{-1}Y=\bar{X}-TX. \qquad (4\text{-}18)$$

Заменим теперь векторы и матрицы в выражении (4-18) их нормами. По определению

$$N(A)=\max_j \sum_i a_{ij}=\| A \|$$

и

$$\| Y \| = \max_i |Y_i|.$$

Учитывая, что

$$N(A,\, B) \leqslant N(A)\cdot N(B),$$

получим

$$\frac{\| AT-T\bar{A} \|}{(1-\| A \|)\cdot(1-\| \bar{A} \|)}\| y \| \geqslant \| \bar{x}-Tx \|. \qquad (4\text{-}19)$$

Числитель в (4-19) характеризует наибольшую разность в объеме материальных затрат между отраслями исходной системы и отраслями агрегированной системы, в которые объединены отрасли исходной системы. Чем меньше эта разность, тем меньше расхождения между предсказаниями. Это также подтверждает смысл условия неизменности возврата. Из (4-19) следует, что расхождения между предсказаниями обратно пропорциональны нормам матриц.

Агрегирование и разагрегирование по своей постановке являются прямой и обратной задачами. Выше было показано, что прямая задача, точное агрегирование, практически неразрешима, а следовательно, неразрешимой оказывается и обратная задача. И раз так, то основные усилия необходимо сосредоточить на поисках тех условий, при которых можно проводить агрегирование с наименьшими погрешностями.

На первый взгляд кажется, что эта проблема легче, поскольку по крайней мере можно надеяться на ее решение. Но в теоретическом отношении дело обстоит как раз наоборот, так как теперь требуется определить, какой же процесс агрегирования считать наилучшим. А для этого необходимо выбрать соответствующий критерий.

Эти критерии могут быть весьма различны, различны будут и практические результаты. Какой же результат считать наилучшим? Вот здесь и выясняется, что результат приближенного решения проблемы агрегирования, наилучший во всех отношениях, на самом деле не существует. Причем сама возможность получения такого результата довольно проблематична.

§ 5. Приближенное решение проблемы агрегирования

Особенность приближенных приемов агрегирования состоит в том, что каждый из них направлен на решение определенной частной задачи. Поэтому нередко оказывается, что критерий, позволяющий хорошо решить одну частную задачу, не подходит к другой. Рассмотрим некоторые критерии агрегирования.

Критерий точности предсказания. Как показывает само название, основная задача этого критерия состоит в минимизации расхождений прогнозов по исходной и агрегированной системам.

Пусть известна матрица отчетного баланса. Обозначим:

x_{ij} — межотраслевые потоки предметов труда;
X_i — валовой продукт;
y_i — конечный продукт.

Для простоты предположим, что справедлива гипотеза о постоянстве коэффициентов прямых затрат.

Как и ранее, не ограничивая общности, предположим, что отрасли исходной системы ($i=1,2,\dots,n$) последовательно агрегируются в отрасли укрупненной системы, т. е.:

$$\text{от } 1 \text{ по } h_1 \text{ — в отрасль I;}$$
$$\text{от } h_1+1 \text{ по } h_2 \text{ — в отрасль II;}$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$\text{от } h_{m-1}+1 \text{ по } n \text{ — в отрасль } m.$$

Для обозначения отраслей укрупненной системы будем употреблять буквы r и k, так что $i \in r$ будет говорить о том, что рассматриваются лишь те отрасли исходной системы, которые объединяются в r-ю отрасль укрупненной системы.

Определим каким-либо путем составляющие конечного продукта по каждой из отраслей исходной системы. Очевидно, что

$$y_r = \sum_{i \in r} y_i.$$

Теперь легко можно определить валовые выпуски агрегированной системы. Сделать это можно двумя путями. С одной стороны, имеем

$$X_r^0 = \sum_k b_{rk} y_k, \tag{4-20}$$

где b_{rk} — коэффициент полных затрат агрегированной системы. Второй путь это

$$\sum_{i \in r} X_i' = \sum_{i \in r} \sum_j b_{ij} y_j, \tag{4-21}$$

а так как (4-20) и (4-21) дают в общем разные результаты, то практически приемлемым агрегированием следует считать такой случай, когда расхождения между (4-20) и (4-21) будут минимальными. Теперь остается только сформулировать критерий агрегирования.

В качестве критерия естественнее всего взять минимум квадратов отклонений, т. е. обычное условие способа наименьших квадратов:

$$\sum_r (X_r^0 - X_r')^2 \to \min. \tag{4-22}$$

Отметим одну особенность этого критерия. Дело в том, что согласно предположению коэффициенты a_{ij} (и b_{ij}) считаются неизменными во времени. В этом случае вариация коэффициентов b_{rk} вызывается только различиями в темпах роста отраслей исходной системы. Поэтому если темпы роста отраслей одинаковы, т. е. матрица T^* (w) остается неизменной для отчетного и планового года, то значение (4-22) равно нулю. Совершенно очевидно, что это условие при сделанных предположениях эквивалентно требованию одинаковых темпов роста для элементов конечного продукта.

Подставив (4-20) и (4-21) в (4-22), получим

$$\sum_k \left(b_{rk} \sum_{j \in k} y_j - \sum_{i \in r} \sum_j b_{ij} y_j\right)^2 = \sum_k \left[\left(b_{rk} - \sum_{i \in r} b_{ij}\right) \sum_{j \in k} y_j\right]^2, \tag{4-23}$$

где $\sum\limits_{i \in r} b_{ij}$ — полуагрегированный коэффициент полных затрат. Экономический смысл этого критерия состоит в ориентировании на агрегирование таких отраслей, темпы роста которых одинаковы или почти одинаковы. Этот вывод иллюстрирует пример (см. табл. 4-3).

Таблица 4-3

	I	II	III	IV	Конечный продукт	
					базисного года	планового года
I	1,0	—0,4	—0,3	—0,2	30	120
II		1,0	—0,5	—0,4	20	80
III			1,0	—0,3	80	160
IV				1,0	20	40

Возьмем четырехотраслевую модель и для простоты будем считать, что матрица ее имеет треугольный вид.

Пусть конечный продукт отраслей I и II увеличивается в течение планового периода в 4 раза, а отраслей III и IV — в 2 раза. Если теперь ставится задача укрупнить исходную систему, то для этого согласно указанному выше правилу надо объединить отрасли I и II, III и IV. Только в этом случае валовые выпуски, предсказанные по исходной и агрегированной системам, будут одинаковы. Обратная матрица исходной системы содержится в табл. 4-4.

Таблица 4-4

	I	II	III	IV	Валовой выпуск планового года
I	1,00	0,40	0,50	0,51	252
II		1,00	0,50	0,55	182
III			1,00	0,30	172
IV				1,00	40

Рассмотрим теперь различные схемы агрегирования. В качестве аргумента в этих схемах выступают элементы конечного продукта, они и используются как веса при агрегировании. Отрасли I и II объединяются с весами 0,6 и 0,4, а отрасли III и IV — с весами 0,8 и 0,2. Коэффициенты затрат объединенной системы будут следующими:

$$\begin{array}{cc} & \text{прямые затраты} \\ & \begin{array}{cc} A_1 & Б_1 \end{array} \\ \begin{array}{c} A_1 \\ Б_1 \end{array} & \begin{pmatrix} 0{,}84 & -0{,}76 \\ - & 0{,}94 \end{pmatrix} \end{array}; \qquad \begin{array}{cc} & \text{полные затраты} \\ & \begin{array}{cc} A_1 & Б_1 \end{array} \\ \begin{array}{c} A_1 \\ Б_1 \end{array} & \begin{pmatrix} 1{,}19 & 0{,}962 \\ - & 1{,}06 \end{pmatrix} \end{array}.$$

Валовые выпуски, предсказанные на основе агрегированной модели (конечный продукт отрасли A_1 — 200 ед. и отрасли $Б_1$ — 200 ед.), равны: A_1 — 434 и $Б_1$ — 212. Обратившись к исходной модели, получим те же результаты: $A_1=252+182=434$ и $Б_1=172+40=212$.

Возьмем теперь другую схему агрегирования: I+IV и II+III. Коэффициенты затрат этой системы таковы:

$$\begin{array}{cc} & \text{прямые затраты} \\ & \begin{array}{cc} A_2 & Б_2 \end{array} \\ \begin{array}{c} A_2 \\ Б_2 \end{array} & \begin{pmatrix} 0{,}92 & -0{,}12 \\ -0{,}28 & 0{,}60 \end{pmatrix} \end{array}; \qquad \begin{array}{cc} & \text{полные затраты} \\ & \begin{array}{cc} A_2 & Б_2 \end{array} \\ \begin{array}{c} A_2 \\ Б_2 \end{array} & \begin{pmatrix} 1{,}16 & 0{,}23 \\ 0{,}54 & 1{,}77 \end{pmatrix} \end{array}.$$

Предсказанные валовые выпуски составят $A_2=241$ и $Б_2=511$ против рассчитанных по неагрегированной модели $A_2=252+40=292$, $Б_2=182+172=354$. Таким образом, приведенный пример подтверждает сформулированное выше правило.

Пример показывает, что агрегирование отраслей с одинаковыми темпами роста эквивалентно агрегированию при условии стабильности ассортимента конечного продукта.

Критерий минимального расстояния. Правило агрегирования, известное как критерий минимального расстояния, было предложено У. Д. Фишером [61]. Этот критерий обладает двумя отличительными особенностями. Во-первых, он имеет более общий характер, поскольку содержит черты нескольких других критериев, таких, как подобие коэффициентов, устойчивость обратной матрицы, однородность отраслей, подобие производственных функций, подобие структуры затрат.

Вторая особенность критерия Фишера, присущая, правда, его наиболее простой модификации, заключается в том, что он не требует предварительного обращения исходных матриц, что, понятно, приводит к существенной экономии в вычислениях.

Аналитически критерий минимального расстояния (его грубый вариант) записывается так. Требуется найти

$$\min c'' = \sum_{r=1}^{m} c_r^{\cdot}, \tag{4-24}$$

где

$$c_r^{\cdot} = \sum_{j=1}^{j=n_j} (\bar{a}_{rk} - a_{rj})^2. \tag{4-25}$$

Здесь

$$a_{rj} = \sum_{i \in r} a_{ij} \quad \text{и} \quad \bar{a}_{rk} = \sum_{j=1}^{j=n_j} \frac{a_{rj}}{n_j}.$$

Рассмотрим смысл выражения (4-25). Второй член a_{rj} представляет собой полуагрегированный коэффициент прямых затрат по отрасли j (для получения его необходимо сплюснуть матрицу коэффициентов прямых затрат). Первый член $\bar{a}_{rk}$ — это простая средняя арифметическая из полуагрегированных коэффициентов прямых затрат (n_j — число отраслей исходной системы, объединяемых в агрегированную отрасль). Отсюда, в частности, следует вывод о том, что этот критерий не учитывает соотношения между объемами производства, а берет межотраслевые связи в их чистом виде.

Теперь можно дать простую интерпретацию этого критерия, основанную на смысле выражений (4-24) и (4-25). Постановка данной задачи полностью соответствует условию способа наименьших квадратов. Правда, по существу здесь может идти речь только о внешнем сходстве, ибо критерий Фишера дает возможность выбора такого укрупнения группировки отраслей, которая обеспечивает минимальную дисперсию полуагрегированных коэффициентов [1].

Отсюда вытекает вывод о том, что критерий минимального расстояния ориентирует на такую группировку

[1] У. Д. Фишер указывает, что им составлена программа оптимального перехода от матрицы 200-го порядка к матрице 10-го порядка.

отраслей, коэффициенты которых примерно равны по своей абсолютной величине, что является довольно большим допущением. И, наконец, последнее замечание. Этот критерий основан на анализе коэффициентов затрат, т. е. на анализе горизонтальных связей, что, понятно, снижает возможности метода. Поэтому следующим шагом на пути решения этой проблемы будет разработка более общего метода, учитывающего как горизонтальные, так и вертикальные связи.

Эту же работу можно провести и с помощью метода, основанного на изучении сходства в структуре отраслей. Каждую отрасль межотраслевого баланса можно изобразить в виде прямой линии в пространстве производимых продуктов. Угол, образованный этими прямыми, характеризует степень связи между отраслями. Очевидно, что чем больше этот угол, тем сильнее отрасли отличаются друг от друга и, наоборот, чем он меньше, тем больше связь между ними.

Связь между отраслями будет пропорциональна косинусу этого угла. Косинус является не чем иным, как коэффициентом корреляции между затратами в отраслях [1].

Пусть имеется n отраслей и, кроме того, III раздел разбит на l позиций (строк). Тогда

$$\sum_{i}^{n+l} (\delta_{ij} - a_{ij}) = 0 \quad \text{и} \quad \sum_{i}^{n+l} (\delta_{ik} - a_{ik}) = 0,$$

откуда

$$\cos\beta = \frac{\sum_{i}^{n+l} (\delta_{ij} - a_{ij})(\delta_{ik} - a_{ik})}{\sqrt{\sum_{i}^{n+l} (\delta_{ij} - a_{ij})^2 \cdot \sum_{i}^{n+l} (\delta_{ik} - a_{ik})^2}}. \qquad (4\text{-}26)$$

Эта связь определяется всей структурой системы — ее отраслевой классификацией и разделением затрат труда по соответствующим категориям. При этом важно подчеркнуть, что дифференциация затрат труда должна соответствовать дробности классификации отраслей.

[1] Вычисление коэффициентов корреляции оказывается важным подспорьем для оценки обусловленности экономических матриц [47].

К сожалению, реализовать это положение на практике очень трудно, так как пока все затраты труда показываются очень и очень укрупненно. Поэтому область исследования поневоле ограничивается лишь материальными затратами.

Проиллюстрируем методику агрегирования на примере, исходные данные которого приведены в табл. 4-5.

Эта таблица служит основой для расчета различных видов статистической связи, существующей между отраслями. Наиболее привычным типом связи является корреляция. Коэффициенты корреляции между материальными затратами в отраслях даны в табл. 4-6.

В последней строке таблицы записаны суммы абсолютных значений коэффициентов корреляции между отраслями. Они характеризуют степень связи каждой отрасли со всеми другими отраслями системы. Знак перед коэффициентом корреляции указывает на характер преобладающей связи — горизонтальной (минус) или вертикальной (плюс). Величина же этой связи определяется абсолютной величиной коэффициента.

Наиболее простое решение проблемы агрегирования состоит в объединении отраслей с самым высоким коэффициентом корреляции. Процесс агрегирования в этом случае ведется по следующей схеме (см. табл. 4—6).

1. Выбирается отрасль, наиболее тесно связанная со всеми другими отраслями системы. В нашем примере — это «Транспорт и связь» (2,6620).

2. Среди коэффициентов этой отрасли находится максимальный (по модулю). В нашем примере — это 0,4409, связь с добывающей промышленностью.

3. Подсчитывается среднее значение связи между агрегируемыми отраслями и между отраслями, не вошедшими в агрегат. Первый из показателей равен (—0,4409), а второй — $(0{,}8154+2{,}6620—2\cdot 0{,}4409):(10—2)=0{,}3244$.

Определяется отношение этих показателей взаимосвязи — $0{,}4409:0{,}3244=1{,}36$. Объединение считается приемлемым, если полученный коэффициент не меньше 1,30. Он называется коэффициентом привязанности и обозначается буквой b. Выбор этой границы в известном смысле произволен. В данном случае вводится предположение о том, что 30-процентное превышение внутренней связи агрегата над связями, существующими во «внешнем мире», достаточно для объединения отраслей.

Таблица 4-5

Коэффициенты прямых затрат по межотраслевому балансу США 1939 г.

	Сельское хозяйство и рыболовство	Добывающая промышленность и производство газа и энергии	Машиностроение	Химическая и бумажная промышленность	Производство металлов и металлоизделий	Потребительские товары	Пищевая промышленность	Промышленность строительных материалов	Строительство	Транспорт, услуги, связь, торговля
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сельское хозяйство и рыболовство	0,0760	—	—	0,0294	—	0,0314	0,2659	0,0214	0,0081	—
Добывающая промышленность и производство газа и энергии	0,0377	0,1843	0,0144	0,0390	0,0477	0,0123	0,0089	0,0502	0,0121	0,0324
Машиностроение	0,0481	0,0139	0,1731	0,0065	0,0066	0,0086	0,0039	0,0063	0,0683	0,0165
Химическая и бумажная промышленность	0,0331	0,0022	0,0255	0,1908	0,0096	0,0509	0,0202	0,0214	0,0351	0,0101
Производство металлов и металлоизделий	0,0040	0,0073	0,1204	0,0150	0,3468	0,0108	0,1740	0,0017	0,1493	0,0038
Потребительские товары	0,0091	0,0001	0,0119	0,0138	0,0010	0,2090	0,0031	0,0013	0,0068	0,0419
Пищевая промышленность	0,0516	—	—	0,0061	—	0,0084	0,0812	—	0,1986	—
Промышленность строительных материалов	0,0048	0,0004	0,0100	0,0177	0,0056	0,0117	0,0073	0,1585	0,0003	0,0004
Строительство	0,0023	0,0547	0,0040	0,0049	0,0065	0,0027	0,0039	0,0068	0,4786	0,0568
Транспорт, услуги, связь, торговля	0,2237	0,3092	0,1906	0,2242	0,0868	0,2270	0,2560	0,2343	—	0,0470
Добавленная стоимость	0,5096	0,4279	0,4501	0,4526	0,4894	0,4272	0,3322	0,4981	—	0,7911

Таблица 4-6

Коэффициенты корреляции отраслей (вертикальные связи)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—	0,0216	—0,0226	—0,0313	—0,0092	—0,0053	—0,2712	0,0075	—0,0310	—0,2885
2	0,0216	—	0,0241	0,0234	—0,0671	—0,0600	0,0683	0,0140	—0,0960	—0,4409
3	—0,0226	0,0241	—	—0,0013	—0,1628	0,0151	0,0402	0,0138	—0,0726	—0,2933
4	—0,0313	0,0234	—0,0013	—	—0,0341	—0,0275	0,0356	0,0006	—0,0588	—0,3336
5	—0,0092	—0,0671	—0,1628	—0,0341	—	—0,0149	—0,0073	—0,0128	—0,1938	—0,2051
6	—0,0053	—0,0600	0,0151	—0,0275	—0,0149	—	0,0541	0,0335	—0,0282	—0,3752
7	—0,2712	0,0683	0,0402	0,0356	—0,0073	0,0541	—	0,0519	—0,0137	—0,2962
8	0,0075	0,0140	0,0138	0,0006	—0,0128	0,0335	0,0519	—	—0,2248	—0,3278
9	—0,0310	—0,0960	—0,0726	—0,0588	—0,1938	—0,0282	—0,0137	—0,2248	—	—0,1014
10	—0,2885	—0,4409	—0,2933	—0,3336	—0,2051	—0,3752	—0,2962	—0,3278	—0,1014	—
Всего .	0,6882	0,8154	0,6458	0,5462	0,7071	0,6138	0,8385	0,6867	0,8203	2,6620

4. Если $b \leqslant 1{,}30$, то переходим к п. 1. Если $b \geqslant 1{,}30$, то среди коэффициентов двух агрегируемых отраслей находится наибольший и эта отрасль присоединяется к агрегату. В нашем примере это $r_{10.6} = -0{,}3752$.

5. Подсчитывается значение коэффициента привязанности. Этот расчет удобно вести по табл. 4-7.

В табл. 4-7 использованы следующие обозначения:

k — число объединяемых отраслей;

L — связь между вновь присоединяемыми отраслями;

S — общая величина связи между объединенными отраслями:

$$S_{нов} = L_{нов} + S_{стар};$$

T — сумма связей каждой отрасли со всеми отраслями системы;

$T - 2S$ — общий размер связи необъединенных отраслей;

n — число отраслей;

β^1 — средняя связь между объединенными отраслями.

β^2 — средняя связь между необъединенными отраслями.

Итак, оказывается, что в один сектор можно объединить следующие три отрасли: 2-ю, 6-ю и 10-ю, а 4-я отрасль уже не может быть включена в агрегат.

6. Следующий шаг — выбор второй отрасли, к которой присоединяются затем другие отрасли. Это будет 7-я отрасль. К ней присоединяется 1-я отрасль. Второй сектор состоит из двух отраслей: 1-й и 7-й.

Значит, от исходной системы с помощью несложного преобразования можно однозначно перейти к более укрупненной системе, в нашем случае — к семиотраслевой.

Достоинство этого метода состоит в том, что он позволяет последовательно укрупнять отрасли, учитывая силу статистической связи между ними.

Рассмотренный подход направлен в первую очередь на выявление подобия в структуре материальных затрат. Главным здесь является анализ вертикальных связей. Столь же правомерен и подход к анализу этих связей по горизонтали. В таком случае задача будет состоять в том, чтобы измерить корреляцию между коэффициентами

Номера объединяемых отраслей	k	L	S	2S	T
10,2	2	0,4409	0,4409	0,8818	3,4774
10,2, 6	3	0,4352	0,8761	1,7522	4,0912
10,2, 6,4	4	0,3845	1,2606	2,5212	4,6374
7,1	2	0,2712	0,2712	0,5424	1,5267
7,1, 8	3	0,0594	0,3306	0,6612	2,2134

прямых затрат каждой пары продуктов во всех отраслях системы. Коэффициент корреляции будет характеризовать чистую горизонтальную связь (см. табл. 4-8).

Сравнение внешних итогов табл. 4-6 и 4-8 показывает, что горизонтальные связи оказываются почти во всех случаях сильнее вертикальных. Данное положение подтверждается также и последовательным сопоставлением одноименных коэффициентов корреляции. Это объясняется в первую очередь тем, что расчет ведется по сильно укрупненной системе.

Коэффициенты корреляции

	1	2	3
Сельское хозяйство	—	−0,0812	−0,1038
Добывающая промышленность	−0,0812	—	−0,0857
Машиностроение	−0,1038	−0,0857	—
Химия и бумажная промышленность	−0,1081	−0,0984	−0,0948
Металлургия	−0,0243	−0,0935	−0,2100
Потребительские товары	−0,0997	−0,0764	−0,0985
Пищевая промышленность	−0,4084	−0,0761	−0,0793
Строительные материалы	−0,0641	−0,1055	−0,0550
Строительство	−0,0630	−0,1315	−0,1609
Транспорт и связь	−0,0704	−0,2195	−0,1107
Всего	1,0230	0,9678	0,9987

Таблица 4-7

$T-2S$	$k-1$	$n-k$	β^1	β^2	b
2,5956	1	8	0,4409	0,3244	1,36
2,3370	2	7	0,4380	0,3340	1,31
2,1162	3	6	0,4202	0,3350	1,26
0,9843	1	8	0,2712	0,1906	1,42
1,5816	2	7	0,1653	0,2217	0,75

На основе табл. 4-8 можно с помощью уже известного правила провести соответствующее укрупнение отраслей. Отрасли агрегируются здесь в такой последовательности: 8-я и 9-я, 7-я и 1-я.

До сих пор объединение отраслей осуществлялось нами по одному из возможных направлений — горизонтальному либо вертикальному. Естественно, что следующий шаг в решении этой задачи заключается в объединении обоих направлений. Это можно сделать, сложив модули коэффициентов корреляции (см. табл. 4-9).

Таблица 4-8

отраслей (горизонтальные связи)

4	5	6	7	8	9	10
−0,1081	−0,0243	−0,0997	−0,4084	−0,0641	−0,0630	−0,0704
−0,0984	−0,0935	−0,0764	−0,0761	−0,1055	−0,1315	−0,2195
−0,0948	−0,2100	−0,0985	−0,0793	−0,0550	−0,1609	−0,1107
—	−0,0535	−0,1534	−0,1043	−0,0888	−0,1171	−0,1213
−0,0535	—	−0,0566	−0,0729	−0,0131	−0,2767	+0,0031
−0,1534	−0,0566	—	−0,1028	−0,0772	−0,0904	−0,1815
−0,1043	−0,0729	−0,1028	—	−0,0756	−0,0900	−0,1544
−0,0888	−0,0131	−0,0772	−0,0756	—	−0,3115	−0,1464
−0,1171	−0,2767	−0,0904	−0,0900	−0,3115	—	−0,1001
−0,1213	+0,0031	−0,1815	−0,1544	−0,1464	−0,1001	—
0,9397	0,8037	0,9365	1,1638	0,9372	1,3412	1,1074

Таблица 4-9

Сумма модулей коэффициентов корреляции

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сельское хозяйство	—	0,1028	0,1264	0,1394	0,0335	0,1050	0,6796	0,0716	0,0940	0,3589
Добывающая промышленность	0,1028	—	0,1098	0,1218	0,1606	0,1364	0,1444	0,1195	0,2275	0,6604
Машиностроение	0,1264	0,1098	—	0,0961	0,3728	0,1136	0,1195	0,0688	0,2335	0,4040
Химическая и бумажная промышленность	0,1394	0,1218	0,0961	—	0,0876	0,1809	0,1399	0,0894	0,1759	0,4549
Металлургия	0,0335	0,1606	0,3728	0,0876	—	0,0715	0,0802	0,0259	0,4705	0,2082
Потребительские товары	0,1050	0,1364	0,1136	0,1809	0,0715	—	0,1569	0,1107	0,1186	0,5567
Пищевая промышленность	0,6796	0,1444	0,1195	0,1399	0,0802	0,1569	—	0,1275	0,1037	0,4506
Строительные материалы	0,0716	0,1195	0,0688	0,0894	0,0259	0,1107	0,1275	—	0,5363	0,4742
Строительство	0,0940	0,2275	0,2335	0,1759	0,4705	0,1186	0,1037	0,5363	—	0,2015
Транспорт и связь	0,3589	0,6604	0,4040	0,4549	0,2082	0,5567	0,4506	0,4742	0,2015	—
Всего	1,7112	1,7832	1,6445	1,4859	1,5108	1,5503	2,0023	1,6239	2,1615	3,7694

Таблица 4-10

Номера отраслей	k	L	S	$2S$	T	$T-2S$	$k-1$	$n-1$	β^1	β^2	b
10, 2	2	0,6604	0,6604	1,3208	5,5526	4,2318	1	8	0,6604	0,53	1,25
9, 8	2	0,5363	0,5363	1,0726	3,7854	2,7128	1	8	0,5363	0,34	1,58
9, 8, 5	3	0,4705	1,0068	2,0136	5,2962	3,2826	2	7	0,5034	0,469	1,10
7, 1	2	0,6796	0,6796	1,3592	3,7135	2,3543	1	8	0,6796	0,294	2,31
7, 1, 6	3	0,2619	0,9415	1,8830	5,2638	3,3808	2	7	0,4708	0,48	—
3, 5	2	0,3728	0,3728	0,7456	3,1553	2,4097	1	8	0,3728	0,301	1,24

Применим к полученным показателям уже знакомый способ агрегирования. Вычислительный процесс приведен в табл. 4-10.

Результат, полученный с помощью табл. 4-10, полностью совпадает с агрегированием на основе изучения горизонтальных связей: здесь также объединяются отрасли 8-я и 9-я; 1-я и 7-я. Напомним, что агрегирование на основе вертикальных связей дало несколько иные результаты. Там отрасли объединялись в такой последовательности:

1) добывающая промышленность (2-я), транспорт (10-я), потребительские товары (6-я);

2) сельское хозяйство (1-я) и пищевая промышленность (7-я).

Это различие вызвано в первую очередь тем, что по мере агрегирования горизонтальные связи начинают преобладать над вертикальными. Это видно, в частности, из сопоставления общих связей каждой отрасли со всеми отраслями системы (табл. 4-11).

Табл. 4-11 наглядно показывает, что горизонтальная связь отраслей почти во всех случаях сильнее вертикальной. Это правило не подтверждается лишь для одной отрасли — транспорта и связи.

Проведенный анализ говорит о том, что при укрупнении достаточно детализированных систем можно руководствоваться лишь агрегированием по вертикали. Такое ограничение анализа существенно прежде всего

Таблица 4-11

	Горизонтальная связь (2)	Вертикальная связь (1)	(1) — (2)
Сельское хозяйство	1,0230	0,6882	0,3348
Добывающая промышленность	0,9678	0,8154	0,1524
Машиностроение	0,9987	0,6458	0,3529
Химия и бумажная промышленность	0,9397	0,5462	0,3935
Металлургия	0,8037	0,7071	0,0966
Потребительские товары	0,9365	0,6138	0,3227
Пищевая промышленность	1,1638	0,8385	0,3253
Строительные материалы	0,9372	0,6867	0,2505
Строительство	1,3412	0,8203	0,5209
Транспорт и связь	1,1074	2,6620	1,5546

потому, что вычисление нормированных корреляционных матриц требует примерно n^3 арифметических операций и поэтому использование только одного типа связи дает существенную экономию на вычислениях. Что касается точности расчетов, то она от этого практически не страдает.

Изложенные выше приемы агрегирования были основаны на полном равноправии отраслей, так как различия в объемах производства при этом совершенно не учитывались. Достоинство такого подхода заключается в том, что в основу анализа кладутся структурные связи в их чистом виде. Вместе с тем это обстоятельство объясняет и слабость метода по крайней мере с практической точки зрения, поскольку отрасли резко отличаются друг от друга по объему производства. Недостаток, отмеченный выше, нетрудно преодолеть — для этого надо положить в основу расчетов не коэффициенты прямых затрат, а межотраслевые поставки.

Другой подход к этому же методу дал И. Сколка [80]. Он стал рассматривать межотраслевой баланс с точки зрения объема информации. Для проведения такого анализа межотраслевой баланс преобразовывается в таблицу, которую в статистике называют «угловое сто». Пусть

$$\sum_j x_{ij} = X_i - y_i \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \tag{4-27}$$

$$\sum_j v_{rj} = v_r \quad (r = n+1, \ldots, m), \tag{4-28}$$

где v_{rj} характеризует стоимость, добавленную обработкой.

Элементы баланса преобразуются следующим образом

$$s_{ij} = \frac{x_{ij}}{\Sigma X_i}, \tag{4-29}$$

$$s_{rj} = \frac{v_{rj}}{\Sigma X_i}. \tag{4-30}$$

Каждый из этих показателей характеризует долю данной межотраслевой поставки в общественном продукте. Эту долю И. Сколка интерпретирует как вероятность. На основе этого подхода легко определяется энтропия баланса

$$H = -\sum_{i,j} s_{ij}\log s_{ij} - \sum_{r,j} s_{rj}\log s_{rj}. \qquad (4\text{-}31)$$

Энтропия будет максимальной в том случае, если все элементы баланса одинаковы (нулевая энтропия), а коэффициенты корреляции будут равны нулю.

Пусть известны только $\sum_j s_{ij}$, т. е. доли продукции каждой отрасли, идущей на возмещение затрат. Такое состояние будет характеризоваться маргинальной энтропией $(\hat{H})$. В отличие от маргинальной энтропии энтропия обычного межотраслевого баланса называется нормальной $(\overline{H})$.

Остановимся несколько подробнее на содержании терминов. Понятие энтропии характеризует степень неопределенности системы. Поэтому понятно, что система, о которой известны только доли продукции каждой отрасли, идущие на возмещение затрат, будет иметь максимальную, маргинальную информацию. Энтропия такой системы также будет маргинальной. В отличие от этого обычный баланс имеет нормальную энтропию, т. е. нормальную неопределенность. Теперь нетрудно понять, почему информационное содержание межотраслевого баланса будет равно разности между маргинальной и нормальной энтропией, т. е.

$$I = \hat{H} - \overline{H}. \qquad (4\text{-}32)$$

Таблица 4-12

Мера информации в различных балансах*

Страны	Размер баланса		Энтропия			Мера информации
	n	m	нулевая	маргинальная	нормальная	
1. Египет	33	2	3,06258	2,28461	2,09696	0,18765
2. Израиль	25	5	2,85706	2,05827	1,93904	0,11922
3. Канада	43	9	3,34947	2,62930	2,34858	0,28342
4. США	45	5	3,35218	2,60681	2,36442	0,24239
5. Франция	65	1	3,64561	2,36122	2,09294	0,26828
6. Япония	8	1	1,85733	1,25740	1,13961	0,11779

* Skolka J. Agregace v bilanci meziodvětvovych vztahů. Praha, 1964, 75.

Информационное содержание баланса характеризует неопределенность системы, которая устраняется введением межотраслевых поставок. В табл. 4-12 приводятся информационные характеристики различных балансов.

Понятие меры информации в межотраслевом балансе однозначно определяет правила агрегирования. Они заключаются в том, чтобы выбрать такой путь укрупнения отраслей, при котором происходит минимальная потеря информации.

И. Сколка справедливо указывает, что понижение меры информации определяется тремя факторами:

подобием в структуре затрат агрегируемых отраслей;

подобием в структуре норм расхода продукции объединяемых отраслей на другие продукты;

объемом производства этих отраслей.

Здесь, следовательно, идет речь о тех же факторах, что и при использовании статистических приемов агрегирования.

Изложим теперь еще один подход к этой же проблеме.

§ 6. Свойства определителя экономической матрицы

В главе 2 было дано определение экономической матрицы. Под экономическими матрицами понимаются такие квадратные матрицы $(\delta_{ij}-a_{ij})$, для которых выполняются следующие соотношения:

$$1)\ 1 \geqslant (\delta_{ij} - a_{ij}); \qquad 2)\ 0 \leqslant \sum_i (\delta_{ij} - a_{ij}) \leqslant 1.$$

Экономические матрицы обладают и другой замечательной особенностью. Их определители и главные миноры положительны. Это значит, что в ходе каждого производственного процесса продукции производится больше, чем затрачивается.

Уже эти две особенности экономических матриц указывают на необходимость специального исследования их формальных свойств, т. е. свойств, присущих любой матрице межотраслевого баланса, построенного в денежном выражении. Исследование этих свойств позволяет лучше понять математическую природу межотраслевого баланса и правильно оценить его возможности при изучении экономических объектов.

Определитель экономической матрицы и его главные миноры не могут быть отрицательными.

Это свойство легко доказать с помощью одного из самых распространенных методов вычисления определителей. Экономические матрицы $(E-A)$ замечательны тем, что среди всех их элементов положительны только диагональные и они по своему абсолютному значению заметно превосходят любой недиагональный элемент.

Подвергнем теперь экономическую матрицу следующим преобразованиям. Все элементы первой колонки разделим на a_{11}. Затем к каждой колонке экономической матрицы (кроме первой) прибавим первую колонку, умноженную на элемент a_{1j}. Повторим данные преобразования, но уже со второй колонкой, над вновь полученной матрицей и т. д. В результате применения этих преобразований $n-1$ раз получим нижнюю треугольную матрицу, диагональные элементы которой будут положительными, а поэтому будет положителен определитель этой матрицы. Положительность элементов главной диагонали вытекает непосредственно из определения экономической матрицы. А так как подобные преобразования можно провести над любым главным минором экономической матрицы, то это означает, что все главные миноры экономической матрицы положительны. Больше того, главные миноры экономической матрицы удовлетворяют следующим соотношениям [54]:

$$0 \leqslant d_n \leqslant d_{n-1} \leqslant \ldots \leqslant d_1 \leqslant 1.$$

То обстоятельство, что определитель экономической матрицы по своей величине оказывается положительным, имеет важный экономический смысл: оно показывает, что рассматриваемая система является продуктивной, т. е. существуют валовые выпуски, обеспечивающие заданный объем конечного потребления.

Интерпретация определителя экономической матрицы как параллелепипеда, построенного на векторах — геометрических образах отраслей, также имеет важное значение — она позволяет по-новому подойти к анализу сбалансированности отраслевой структуры экономики. Так, необходимым условием экономического развития является определение объемов производства, при котором каждый элемент конечного продукта производится в неотрицательных количествах. Другое дело, что между самими элементами конечного продукта существуют сложные, еще очень слабо изученные связи. Изучение этих связей дает возможность поставить задачу об оптимизации самой структуры конечного продукта.

Оценка независимости отраслей. Геометрическая интерпретация определителя экономической матрицы открывает интересные возможности для оценки связей, существующих между отдельными отраслями.

Межотраслевой баланс производства и распределения продукции интерпретируется как система из n линейных уравнений с n неизвестными.

Число продуктов, выделенных в балансе, характеризует размерность линейного пространства, в котором рассматривается изучаемая система. Продукты выбираются в качестве координатных осей этого пространства. Будем предполагать, что рассматриваемая система координат является прямоугольной. Это предположение не связано с каким-либо упрощением экономического существа вопроса, так как в каждом пространстве система координат играет роль строительных лесов. Они обрамляют здание, но совсем не нужны, когда оно построено. Для простоты будем рассматривать сводный материальный баланс.

Рассмотрим систему, в которой производятся и потребляются два продукта (*Г* и *Д*). Продукт *Г* производится отраслью *I* и продукт *Д* — отраслью *II*. Для нашего примера можно ограничиться коэффициентами прямых затрат, при этом сразу будем рассматривать уравнение вида

$$(E - A)\,X = Y.$$

В матрице $(E-A)$ диагональные элементы $a_{ii} \geqslant 0$, что означает выпуск соответствующего продукта, а недиагональные $a_{ij} \leqslant 0 (i \neq j)$. Возьмем наш старый пример (рис. 3 на стр. 41).

Исследуем положение указанных прямых (векторов). Прежде всего заметим, что в каждой отрасли один продукт выпускается, а другой затрачивается. Если в отрасли никакой продукт не затрачивается, а только выпускается (например, сбор грибов или дикорастущих ягод), то вектор такой отрасли будет параллелен одной из координатных осей. Если модель состоит из двух таких отраслей, то, значит, два указанных продукта технологически друг с другом не связаны. Угол между этими векторами будет равен 90°. Но если хотя бы в одной из отраслей используется другой продукт, то угол между векторами будет уже меньше 90°.

Следовательно, угол между векторами, являющимися геометрическими образами отраслей, может служить мерой близости этих отраслей. Обозначим его β.

Каждая из рассматриваемых прямых (I и II) под некоторым углом пересекает оси тех продуктов, которые выпускаются данной отраслью. Величины этих углов обозначим соответственно через γ_1 и γ_2. Очевидно, что эти углы зависят от отношения количества продукта, выпускаемого данной отраслью, к количеству продукта другой отрасли, потребляемого в рассматриваемой отрасли. Чем больше это отношение, тем угол меньше. Наконец, если он становится равным нулю, то прямая сливается с осью, соответствующей выпускаемому продукту.

Рассматриваемое отношение можно записать и несколько иначе. Согласно определению, прямая j пересекает ось i в точке $\delta_{ij}-a_{ij}$. Возьмем прямую I.
Тогда

$$\cos\gamma_1 = \frac{\delta_{11}-a_{11}}{\sqrt{(\delta_{11}-a_{11})^2+a_{21}^2}} = \frac{1-a_{11}}{\sqrt{1+a_{11}^2+a_{21}^2-2a_{11}}},$$

или в общей форме

$$\cos\gamma_1 = \frac{1-a_{ii}}{\sqrt{1+a_{i1}^2+\ldots+a_{in}^2-2a_{ii}}}. \qquad (4\text{-}33)$$

Отсюда видно, что при прочих равных условиях величина угла уменьшается с ростом внутриотраслевого оборота.

Выразим теперь значение угла β через γ_1 и γ_2:

$$\beta = 90^\circ - (\gamma_1+\gamma_2). \qquad (4\text{-}34)$$

Для нашего примера величина этих углов составит:

$$\cos\gamma_1 = \frac{0{,}9}{\sqrt{0{,}81+0{,}49}} = 0{,}790,$$

$$\cos\gamma_2 = \frac{0{,}6}{\sqrt{0{,}36+0{,}09}} = 0{,}895,$$

$$\beta = 90^\circ - (38^\circ + 26^\circ) = 26^\circ.$$

Указанные соотношения удобно рассматривать как зависимость между векторами. Длина каждого такого вектора определяется через коэффициенты затрат. Направление вектора в данном анализе не играет существенной роли, но можно считать, что он направлен в сторону от начала координат.

Между величиной $\cos\beta$ и определителем экономической матрицы существует следующая связь. Определитель экономической матрицы представляет собой параллелограмм, построенный на векторах — геометрических образах отраслей. Иначе говоря, он равен векторному произведению этих отраслей, т. е.

$$\Delta = |\overline{A}| \cdot |\overline{B}| \cdot \sin\beta = |\overline{A}| \cdot |\overline{B}| \sqrt{1 - \cos^2\beta}, \quad (4\text{-}35)$$

где $|\overline{A}|$ и $|\overline{B}|$ — длина соответствующих векторов.

Таким образом, величина определителя оказывается зависящей от коэффициента детерминации, которым, как будет показано далее, является $\cos^2\beta$.

Геометрическая интерпретация отраслей как векторов удобна прежде всего тем, что она позволяет проводить соответствующие вычисления в пространстве любого числа измерений. Двухотраслевая модель межотраслевого баланса, бесспорно, является наиболее наглядной иллюстрацией геометрического подхода к рассматриваемой проблеме. Несколько труднее дать такое представление в трехмерном пространстве, но зато это будет намного содержательнее, тем более, что интересующие нас зависимости будут такими же в любом другом пространстве.

Рассмотрим геометрическую интерпретацию трехотраслевой модели:

	I	II	III
Г	0,8	−0,3	−0,2
Д	−0,4	0,9	−0,3
Е	−0,4	−0,3	0,9

Каждой из рассматриваемых отраслей в пространстве продуктов будет соответствовать своя плоскость. Пересекаясь, эти плоскости образуют двугранные углы, величина которых является мерой связи между отраслями. В нашем примере эти углы составят:

Углы

$$\cos\beta_{(I,II)} = -\frac{0{,}48}{0{,}980\cdot 0{,}985} = -0{,}497 \quad -60^\circ$$

$$\cos\beta_{(I,III)} = -\frac{0{,}40}{0{,}980\cdot 0{,}968} = -0{,}422 \quad -65^\circ$$

$$\cos\beta_{(II,III)} = -\frac{0{,}48}{0{,}985\cdot 0{,}968} = -0{,}504 \quad -60^\circ.$$

Приведенные данные говорят о том, что отрасль II примерно одинаково отличается как от отрасли I, так и от отрасли III. Более существенно отличается отрасль I от отрасли III.

Вычислим теперь углы γ_{ji}, т. е. углы между отраслями j и продуктами i (табл. 4-13).

Таблица 4-13

	Косинусы			Углы		
	I	II	III	I	II	III
Г	0,816	−0,304	−0,206	35°20′	72°20′	78°10′
Д	−0,408	0,912	−0,307	65°00′	24°10′	72°10′
Е	−0,408	−0,304	0,920	65°00′	72°20′	23°00′

Величины углов показывают, что каждая отрасль довольно слабо отличается от выпускаемых продуктов и резко — от затрачиваемых. Этот же вывод можно сделать и на основе абсолютных значений косинусов, поэтому в дальнейшем изложении углы вычисляться не будут.

Между косинусами γ_{ji} и косинусами β_{ij} существует простая связь, хорошо известная из аналитической геометрии:

$$\cos\beta_{ij} = \cos\gamma_i^{I}\cdot\cos\gamma_j^{I} + \cos\gamma_i^{II}\cdot\cos\gamma_j^{II} + \ldots + \cos\gamma_i^{n}\cdot\cos\gamma_j^{n}, \tag{4-36}$$

т. е. косинус угла между векторами отраслей i и j равен сумме произведений косинусов, образованных этими векторами с каждой из осей.

Значения $\cos\beta_{ij}$ будут максимальными при практически одинаковой структуре затрат в отраслях. Однако такой случай едва ли возможен. Поэтому большой интерес представляет оценка $\cos\beta_{ij}$ по данным межотраслевого баланса и группировка отраслей в зависимости от связи между ними. Для проведения такой оценки необходимо проанализировать экономическое содержание формулы (4-36). Перепишем ее в следующем виде:

$$\cos\beta_{ij} = (\cos\gamma_i^i \cdot \cos\gamma_j^i + \cos\gamma_i^j \cdot \cos\gamma_j^j) + \sum_{\substack{k \\ k\neq i,\ k\neq j}} \cos\gamma_i^k \cdot \cos\gamma_j^k. \quad (4\text{-}37)$$

Выражение в скобках характеризует связь между отраслями, обусловленную использованием продукции, производимой этими же отраслями. Это выражение равно нулю, если $a_{ij}=a_{ji}=0$, и отлично от нуля, если хотя бы один из этих коэффициентов не равен нулю. Следовательно, если ни одна из двух рассматриваемых отраслей не потребляет продукта, производимого другой отраслью, то это выражение равно нулю.

Первое слагаемое будет иметь наибольшее значение в случае, если одновременно $a_{ij}\neq 0$ и $a_{ji}\neq 0$. Второе слагаемое характеризует связь между отраслями, обусловленную структурой материальных затрат в каждой из отраслей. Это иллюстрирует следующий пример:

$$\begin{array}{c} \\ Г \\ Д \\ Е \end{array}
\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} \mathrm{I} & \mathrm{II} & \mathrm{III} \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0{,}9 & 0{,}0 & 0{,}0 \\ -0{,}1 & 0{,}9 & -0{,}3 \\ 0{,}0 & 0{,}0 & 0{,}8 \end{pmatrix} \end{array}.$$

Отрасли I и III непосредственно друг с другом не связаны, так как $a_{31}=a_{13}=0$. Они также не связаны и через отрасль II, поэтому $b_{13}=b_{31}=0$, где b_{ij} — коэффициент полных затрат.

Однако на самом деле эти отрасли связаны тем, что для их функционирования необходим продукт *Д*, производимый отраслью II. Заметим, что если бы отрасль II использовала либо продукт *Г*, либо продукт *Е*, то тогда либо b_{31}, либо b_{13} были отличны от нуля. В этом случае можно было бы говорить о том, что отрасли I и III связаны через отрасль II. Отсюда ясно, что если какой-либо коэффициент полных затрат отрасли равен нулю или если даже $b_{ij}=b_{ji}=0$, то это отнюдь не значит, что отрасли друг с другом не связаны. Таким образом, второе слагаемое дает более полную характеристику связей отраслей, чем коэффициенты полных затрат.

В случае трехмерного пространства зависимость между $\cos\beta_{ij}$ и величиной определителя существенно усложняется. Однако как в этом, так и в более общих случаях характер зависимости остается прежним: чем больше $\cos \beta_{ij}$, тем меньше величина определителя. Отсюда следует, что величина определителя экономической матрицы может использоваться для оценки силы статистической связи между отраслями.

Абсолютная величина определителя экономической матрицы может быть малой по двум причинам. Во-первых, векторы — геометрические образы отраслей — могут быть слишком близко расположены друг к другу, иными словами, углы, образованные ими, могут оказаться существенно меньше прямого. Во-вторых, длина некоторых из этих векторов может оказаться незначительной. Однако для нашего примера, где рассматривается баланс в денежном выражении, эта причина не имеет существенного значения, так как длина векторов затрат-выпуска колеблется в пределах от единицы до двух. Действительно, длина вектора затрат-выпуска[1] равна единице в следующих двух случаях:

1) в отрасли совершенно нет материальных затрат, что, очевидно, почти нереально;

2) $\sum_i a^2_{ij} = 2a_{ii}$. Это соотношение можно переписать как

$$\sum_{\substack{i \\ i \neq j}} a^2_{ij} = a_{ii}\,(2 - a_{ii}),$$

что также является очень сильным допущением.

Поэтому можно считать, что длина вектора, характеризующего производственную деятельность отрасли, больше единицы. Правда, в отдельных случаях может оказаться, что $\sum_{\substack{i \\ i \neq j}} a^2_{ij} < a_{ii}(2 - a_{ii})$, т. е. что товарность отрасли незначительна. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы удельный вес внутриотраслевого потребления приближался к 25—30%, а это характерно лишь для очень небольшого числа отраслей, таких, как сельское хозяйство.

Сделанные предположения наводят на мысль о том, что при построении межотраслевого баланса желательно исключать внутриотраслевое потребление продукции, т. е. учитывать лишь товарный выпуск отрасли. По этому

[1] В дальнейшем будем называть ее оборотом отрасли.

принципу построено уже значительное количество балансов, а для них длина вектора затрат-выпуска не может быть меньше единицы и всегда будет больше нее.

Точно так же легко убедиться, что длина этого вектора всегда меньше двух. Для простоты будем рассматривать баланс, в котором распределяется товарный выпуск отрасли. В этом случае длина вектора может быть равна двум лишь в том исключительном случае, когда все производственные затраты состоят только из одного продукта или только из затрат труда. Во всех же других случаях длина вектора затрат-выпуска будет меньше двух.

Отсюда следует, что величина определителя матрицы $(E—A)$ в первую очередь зависит от величины углов, под которыми пересекаются геометрические образы отраслей.

Матрица $(E—A)$ характеризует только материальные затраты в процессе производства. В ней не учитываются затраты труда. Поэтому более полную характеристику системы будет давать расширенная матрица прямых затрат, в которую включены отдельной $(n+1)$-й строкой затраты труда. В колонке, соответствующей этой строке, все элементы, кроме последнего, нулевые, а последний элемент равен единице.

Обозначим расширенную матрицу $(\overline{E-A})$. Чтобы убедиться в том, что определители матриц $(E—A)$ и $(\overline{E-A})$ равны между собой, достаточно определитель матрицы $(\overline{E-A})$ разложить по элементам последней колонки. Точно так же будут равны между собой и одноименные нормы полных затрат, рассчитанные на основе обеих матриц. Это не удивительно, так как обе матрицы характеризуют в принципе одно явление.

Обратимся теперь к несколько иной классификации межотраслевых связей: к делению этих связей на прямые и обратные. Представим себе экономическую систему, лишенную обратных связей. Она будет описываться межотраслевым балансом с треугольной матрицей коэффициентов прямых затрат. Ее определитель, как известно, равен произведению диагональных элементов, а так как все они равны единице (баланс строится с исключением внутриотраслевого оборота), то и определитель будет равен единице.

Посмотрим теперь, что получится, если в системе появится обратная связь. На примере определителя третьего порядка можно убедиться, что с появлением в матрице обратных связей величина определителя уменьшается. Такое изменение объясняется тем, что появление нового коэффициента в матрице приводит к усилению статистических связей, существующих между отраслями, а это в свою очередь ведет к уменьшению абсолютной величины определителя. Таким образом, очевидно, что величина определителя может служить мерой статистической независимости системы.

Однако такой мерой не может служить определитель матрицы $(\overline{E - A})$. Действительно, возьмем, например, треугольную матрицу. Между отраслями, входящими в нее, существуют определенные статистические связи. Могут либо появиться новые прямые связи, либо исчезнуть старые, а величина определителя от этого не изменится. Он всегда равен единице. Но статистическая связь — только одна из причин изменения значения определителя. Вторая причина — различная длина векторов, являющихся геометрическими образами отраслей. Хотя в рассматриваемом случае вариация длины векторов не является существенной, тем не менее она оказывает определенное отрицательное влияние на использование определителя как меры статистической независимости отраслей в системе.

Посмотрим теперь, что получится, если все векторы пронормировать до единицы. Тогда возможные значения определителя будут колебаться от нуля до единицы. Он будет равен единице только в том случае, если между отраслями системы отсутствует статистическая связь. Такая система описывается диагональной матрицей, которая не представляет практического интереса. Если же статистическая связь между отраслями существует, то величина определителя будет уже меньше единицы. Она будет равна нулю, если отрасли системы линейно зависимы.

Таким образом, величина определителя, для которого выполняется условие $\sum_i \overline{(\delta_{ij} - a_{ij})^2} = 1$, является мерой статистической независимости отраслей системы. Для вычисления этого определителя нет необходимости проводить предварительную нормировку векторов.

Необходимо лишь определить длину каждого из векторов, входящих в систему. Тогда

$$\Delta_{\text{норм}} = \frac{\Delta}{\prod_j \sqrt{\sum_i \left(\overline{\delta_{ij} - a_{ij}}\right)^2}}, \tag{4-38}$$

где Δ — определитель исходной системы, $\Delta_{\text{норм}}$ — определитель, полученный в результате предварительной нормировки векторов.

Влияние длины векторов на величину определителя вскрывает вычислительные трудности, возникающие при обращении матриц натурального баланса. Неудачный выбор единиц измерения может оказаться причиной плохой обусловленности матрицы. Поэтому особое значение при расчетах по натуральному балансу имеет анализ того, насколько удачно выбраны единицы измерения.

Вернемся к нашей треугольной матрице. Нормировка векторов приводит к тому, что диагональные элементы ее оказываются теперь отличными от единицы. Что же они характеризуют? Ответить на этот вопрос можно исходя из их определения

$$a_{ii} = \frac{1 - a_{ii}}{\sqrt{\sum_i \left(\overline{\delta_{ij} - a_{ij}}\right)^2}}. \tag{4-39}$$

Они показывают, каков удельный вес товарного выпуска отрасли в общем объеме ее оборота. Очевидно, что этот же показатель будет характеризовать независимость отрасли i от всех других отраслей системы. Если система лишена обратных связей, то степень независимости системы будет равна произведению соответствующих отраслевых показателей.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что наилучшее решение проблемы классификации будет достигнуто в том случае, когда при заданных размерах экономической матрицы величина нормированного определителя будет наибольшей, т. е. минимально отличаться от единицы. Информационное содержание такого баланса будет максимальным.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ НАТУРАЛЬНОГО МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА

§ 1. Особенности натурального баланса

Практическая разработка межотраслевого баланса в натуральном выражении имеет ряд специфических особенностей, которые почти не встречаются при разработке балансов в денежном выражении [6, 7, 48]. Первой такой особенностью является выбор номенклатуры натурального баланса. Размерность межотраслевых балансов в натуральном выражении постоянно увеличивается. Так, если отчетный межотраслевой баланс за 1959 г., составленный ЦСУ СССР, включал 157 продуктов, то размерность плановых балансов была уже иной. Баланс на 1962 г. включал 346 продуктов, а на 1963 г.— 435 продуктов. При этом следует отметить, что увеличение размеров баланса до 435 продуктов привело к тому, что сама таблица оказалась разложимой.

Итак, размеры современных межотраслевых балансов достигли практически 500 продуктов. В то же время только плановыми органами разрабатывается около 10 тыс. натуральных балансов, а номенклатура лишь одной промышленной продукции насчитывает примерно 20 тыс. наименований (без разделения на типоразмеры).

Отсюда невольно напрашивается удручающий вывод: система, насчитывающая минимум 10 тыс. продуктов, должна быть описана с помощью модели, включающей только 0,5 тыс. продуктов, т. е. в 200 раз меньше. Задача более чем трудная. Правда, на самом деле, положение оказывается более легким: эти 0,5 тыс. продуктов представляют собой уже агрегаты продуктов, и таким образом нет нужды в 200-кратном сжатии всей системы.

Трудность поставленной задачи усугубляется также тем, что многие группы продуктов невозможно подвергнуть укрупнению без использования условных (или денежных) единиц измерения. Это относится в первую

5 Заказ № 582

очередь к продукции важнейшей отрасли народного хозяйства — машиностроению.

Номенклатура межотраслевого баланса в натуральном выражении подбирается по следующим основным признакам.

1. Прежде всего в межотраслевой баланс включаются наиболее важные виды продуктов, объемы производства которых утверждаются Советом Министров СССР.

2. Этот набор продуктов «обрамляется» затем другими продуктами, идущими на их производство. Если отказаться от этого принципа, то это приведет к тому, что значительная часть затрат окажется нераспределенной. Так, по данным отчетного межотраслевого баланса в натуральном выражении за 1959 г., доля нераспределенного «прочего производственного потребления» составила по минеральным удобрениям от 82 до 98%, бумаге — 83, шерсти мытой — 100%. Следовательно, исключение названных продуктов из номенклатуры баланса никак не отразится на его аналитических возможностях.

Замыкание отраслей баланса производится до тех пор, пока удельный вес «прочего производственного потребления» по всем продуктам не достигает некоторой наперед заданной величины, например 10%. Здесь, разумеется, речь идет только о продуктах, включенных в номенклатуру баланса.

Номенклатуру баланса обычно стараются выбрать так, чтобы стоимость выделенных продуктов составляла большую часть совокупного общественного продукта (здесь речь может идти только о примерном сопоставлении, ибо из-за подсчета валовой продукции по заводскому методу стоимость всех произведенных продуктов будет больше валовой продукции). Так, акад. В. С. Немчинов [33] предложил включать в номенклатуру баланса те продукты, стоимость которых составляет примерно $^3/_4$ всего общественного продукта.

При формировании номенклатуры натурального баланса широко используется агрегирование продуктов. Оно имеет здесь свои особенности, так как возможности его применения сильно ограничены необходимостью использования натуральных единиц измерения. Переход к различным условным единицам или стоимостным показателям нежелателен, поскольку он противоречит самому замыслу натурального баланса.

Необходимость широкого использования натуральных единиц измерения приводит к тому, что определенная часть продуктов оказывается за пределами межотраслевого баланса. «Забыть» о существовании этих продуктов нельзя по той простой причине, что их производство связано с использованием части общественных ресурсов. Остается только один путь — включить эти продукты в баланс в качестве так называемого «прочего производственного потребления». В этом случае объем «прочего производственного потребления» приходится давать в денежном выражении и рассматривать его как часть конечного продукта. Но это необходимая плата за то, что другие, более важные продукты показываются в натуральном балансе достаточно подробно.

Выделение «прочего производственного потребления» нужно для того, чтобы в максимально возможной степени приблизить полные затраты, рассчитываемые по натуральному балансу, к действительным полным затратам. Ниже будет показано, что величина полных затрат в натуральном балансе зависит от его размеров.

Выделение особой позиции «прочее производственное потребление» доставляет много хлопот при проведении практических расчетов. Во-первых, необходимо определить общий объем «прочего производственного потребления». Если бы натуральный межотраслевой баланс был сопоставим со сводным материальным балансом, то тогда было бы сравнительно нетрудно рассчитать общий объем «прочего производственного потребления» как разность между планируемой величиной совокупного общественного продукта и стоимостью продуктов, включенных в номенклатуру натурального межотраслевого баланса. Однако сейчас приходится искать различные обходные пути для его расчета.

В этих целях в Вычислительном центре Госплана СССР была разработана следующая формула[1]:

$$y_i^{\text{пр. }62} = \Big\{\Big[y_i^{(\text{пр. }59)} + \sum_l a_{il}^{(59)} X_l^{(59)} + \sum_p a_{ip}^{(59)} \times$$

$$\times \left(X_p^{(62)} - X_p^{(59)}\right)\Big] \alpha_i^{(62,59)} - \sum a_{ik}^{(62)} X_k^{(62)}\Big\} T_i^{(62,59)} - y_i^{(\text{сп.р. }62)},$$

[1] А. Г. Гранберг. Проблемы планового межотраслевого баланса в натуральном выражении. Диссертация, М., стр. 218.

где $y_i^{пр. 62}$ — объем «прочего производственного потребления» в 1962 г.;

l — индексы продуктов, дополнительно включаемых в номенклатуру баланса на 1962 г. по сравнению с отчетным балансом 1959 г.;

k — индексы продуктов, исключаемых из планового баланса;

p — продукты, по которым имеются несовпадения выпусков, планируемых министерствами и учитываемых ЦСУ СССР (деловая древесина, швейные изделия и др.);

$\alpha_i^{62/59}$ — индекс среднего изменения норм расхода. При этом условно принимается, что таким же будет изменение норм расхода по продуктам, дополнительно включенным в межотраслевой баланс:

$$\alpha_i = \frac{\sum\limits_j a_{ij}^{(62)} X_j^{(59)}}{\sum\limits_j a_{ij}^{(59)} X_j^{(59)}};$$

$T_i^{(62:59)}$ — индекс роста объемов производства;

$y_i^{(сп. р)}$ — специальные расходы (они выделяются отдельной статьей в материальных балансах).

Основой для расчета «прочего производственного потребления» на 1962 г. служили данные отчетного межотраслевого баланса за 1959 г. В свою очередь расчеты «прочего производственного потребления» на 1962 г. были положены в основу расчетов этого же показателя на 1963 г. Отсутствие прямых показателей по «прочему производственному потреблению», естественно, существенным образом затрудняет плановую работу, снижает точность исчисляемых показателей и поэтому отрицательно влияет на достоверность плана.

Радикальным средством для устранения этого недостатка является разделение «прочего производственного потребления» по отраслевой принадлежности и выделение в каждой отрасли позиции «Прочая продукция отрасли». Такое решение хорошо тем, что оно в значительной степени облегчает сопоставимость натурального и сводного материального балансов. Это в свою очередь приближает расчеты натурально-вещественных пропорций развития народного хозяйства к расчетам баланса общественного продукта. Такое соединение глобальных народнохозяйственных расчетов на основе обобщенных синтетических показателей и детальных расчетов по структуре выпускаемой продукции существенно повышает качество плановой работы.

Таблица 5-1

Состав номенклатуры продукции межотраслевого баланса в натуральном выражении

(количество видов продукции по каждой отрасли)*

Отрасли производства	Отчетный баланс 1959 г.	Плановые балансы		
		1962 г.	1963 г.	
			I вариант	II вариант
I. Промышленность — всего	157	323	344	407
в том числе:				
1. Черная металлургия	15	17	18	20
2. Цветная металлургия	14	25	25	28
3. Топливно-энергетическая промышленность	9	10	10	13
4. Химическая промышленность	21	30	40	40
5. Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность	9	13	15	16
6. Промышленность строительных материалов (включая стекольную и фарфоро-фаянсовую)	6	15	16	17
7. Машиностроение и металлообработка	60	176	184	215
8. Легкая промышленность	13	20	20	25
9. Пищевая промышленность	10	13	12	29
10. Прочие отрасли промышленности	—	4	4	4
II. Сельское хозяйство	—	14	19	19
III. Строительство	—	1	1	1
IV. Транспорт	—	7	7	7
V. Торговля и общественное питание	—	1	2	1
Итого по народному хозяйству	157	346	372	435

* Н. И. Ковалев. Плановый экспериментальный баланс на 1962 г. в натуральном выражении. НИЭИ Госплана СССР, 1963, стр. 9—10.

Но это следующий этап разработки межотраслевых балансов в натуральном выражении. Сейчас же «прочее производственное потребление» показывается одной позицией. Роль этой позиции в натуральном балансе полностью соответствует роли условной отрасли «Не распределено» в межотраслевых балансах, построенных в денежном выражении.

Эволюцию классификации межотраслевых балансов в натуральном выражении характеризует табл. 5-1.

Из таблицы видно, что эта эволюция захватывает прежде всего машиностроение и металлообработку, химию и цветную металлургию. Расширение номенклатуры по этим отраслям преследует две разные цели. В то время как выделение дополнительных позиций по химии и цветной металлургии означает увеличение числа отраслей, производящих предметы труда, расширение номенклатуры за счет машиностроения и металлообработки означает прежде всего увеличение числа отраслей, производящих преимущественно орудия труда.

Эти отрасли играют в балансе различную роль, что и проявляется в построении первого раздела межотраслевого баланса. Поскольку отраслям, производящим орудия труда и предметы потребления, в первом разделе соответствуют нулевые строки, это позволяет путем соответствующих перестановок изменить порядок отраслей в межотраслевом балансе таким образом, что он будет особенно удобным для практических расчетов.

Проведение этих перестановок позволило преобразовать первый раздел межотраслевого баланса на 1962 г. таким образом:

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ 0 & 0 & A_{23} \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

где A_{11} (168 продуктов) и A_{12} (36 продуктов) — предметы труда; A_{13} и A_{23} (142 продукта) — орудия труда и предметы потребления.

Все 346 видов продукции были разделены на три группы. В первую группу объединены все предметы труда, используемые практически во всех отраслях народного хозяйства (сырье и основные материалы, топливо, энергия, транспорт); в состав второй группы включены только те предметы труда, которые используются для производства «чистых» орудий труда и предметов потребления (здесь слово «чистый» указывает на *исключительное* использование данной продукции). Сюда относится преимущественно комплектующая продукция в машиностроении, некоторые виды сельскохозяйственного сырья для легкой и пищевой промышленности.

В третью группу объединены «чистые» орудия труда и предметы потребления. Надо сказать, что выделение «чистых» орудий труда представляет собой значительные трудности в силу того обстоятельства, что в одну отрасль объединяются как готовые орудия труда, так и запасные части к ним. Отделить же затраты труда на производство готовой продукции от затрат на запасные части, производимые одновременно с готовой продукцией, очень трудно.

§ 2. Влияние размеров натурального межотраслевого баланса на величину коэффициентов полных затрат

Интересной особенностью натурального межотраслевого баланса, ему одному только свойственной, является то, что величина коэффициента полных затрат оказывается зависящей от номенклатуры баланса. По мере увеличения номенклатуры коэффициенты полных затрат также увеличиваются. Это увеличение происходит за счет все более полного учета косвенных взаимосвязей в балансе и потому не может быть, строго говоря, бесконечным.

Теоретически можно себе представить такой межотраслевой баланс, в котором выделены все производимые продукты. Ясно, что коэффициенты полных затрат, исчисленные по этому балансу, будут тем пределом, к которому стремятся коэффициенты полных затрат натуральных балансов по мере увеличения их номенклатуры.

Расширение номенклатуры натурального межотраслевого баланса происходит в первую очередь за счет соответствующего сокращения «прочего производственного потребления», которое выносится во второй раздел баланса.

Пусть в межотраслевом балансе к имеющимся трем отраслям добавляется четвертая:

$$(E-A)=\left(\begin{array}{ccc|c}1-a_{11} & -a_{12} & -a_{13} & -a_{14}\\ -a_{21} & 1-a_{22} & -a_{23} & -a_{24}\\ -a_{31} & -a_{32} & 1-a_{33} & -a_{34}\\ \hline -a_{41} & -a_{42} & -a_{43} & 1-a_{44}\end{array}\right). \quad (5\text{-}1)$$

Если раньше полные затраты вычислялись по матрице третьего порядка (так как в балансе было выделено три продукта), то теперь уже они будут вычисляться по матрице четвертого порядка. Эти новые коэффициенты полных затрат особенно просто определить путем обращения матрицы посредством окаймления, ибо известна $(E-A_{n-1})^{-1}$.

Итак, имеем

$$(E-A_n)^{-1}=\begin{pmatrix}E-A_{n-1} & -u_n\\ -v_n & 1-a_{nn}\end{pmatrix}^{-1}=\begin{pmatrix}B_{n-1} & r_n\\ q_n & \frac{1}{\alpha_n}\end{pmatrix}, \quad (5\text{-}2)$$

где A_{n-1} — исходная матрица,

$$-u_n=(-a_{1n},\ -a_{2n},\ \ldots,-a_{n-1,n})^*,$$
$$-v_n=(-a_{n1},\ -a_{n2},\ \ldots,-a_{n,n-1}),$$

B_{n-1}; r_n; q_n и α_n — искомые элементы обратной матрицы.

Эти элементы равны[1]:

$$\alpha_n=a_{nn}-(-v_n)\ A_{n-1}^{-1}(-u_n), \quad (5\text{-}3)$$

$$B_{n-1}=A_{n-1}^{-1}+\frac{A_{n-1}^{-1}(-u_n)(-v_n)A_{n-1}^{-1}}{\alpha_n}, \quad (5\text{-}4)$$

$$r_n=-\frac{A_{n-1}^{-1}(-u_n)}{\alpha_n}, \quad (5\text{-}5)$$

$$q_n=-\frac{(-v_n)A_{n-1}^{-1}}{\alpha_n}. \quad (5\text{-}6)$$

[1] Д. К. Фаддеев, В. Н. Фаддеева. Вычислительные методы линейной алгебры. М.— Л., Физматгиз, 1963, стр. 199—200.

Все элементы новой обратной матрицы оказываются положительными. Действительно, $\frac{1}{a_n}$ — диагональный элемент в матрице полных затрат. Он характеризует общий выпуск n-го продукта и уже по своему экономическому смыслу не может быть отрицательным.

Обратимся теперь к B_{n-1}. Уже первый взгляд на формулу говорит о том, что дополнительное включение в баланс новых отраслей приводит к увеличению всех коэффициентов полных затрат на ранее выделенные продукты. Нетрудно оценить и величину этого приращения. Так, для коэффицента b_{rk} она будет пропорциональна $\sum_{j=1}^{j=n-1} b_{rj}b_{jk}$, где коэффициентом пропорциональности является $\frac{(-u_n)(-v_n)}{a_n}$, одинаковый для всех отраслей.

Анализ выражения для B_{n-1} показывает также, что коэффициенты полных затрат на ранее выделенные продукты остаются неизменными в том и только в том случае, когда в баланс дополнительно включаются отрасли, производящие либо «чистые» орудия труда, либо «чистые» предметы потребления, ибо только тогда вектор $(-v_n)$ состоит из одних нулей.

§ 3. Роль единиц измерения в натуральном межотраслевом балансе

При построении натурального межотраслевого баланса мы сталкиваемся с очень специфической задачей — выбором единиц измерения продукции. В самом деле, в балансах, построенных в денежном выражении, эта проблема совсем не возникает, так как и производимая, и затрачиваемая продукция выражается в одних и тех же денежных единицах.

Коэффициенты затрат в балансе оказываются отвлеченными числами.

Иное дело натуральный баланс. Здесь в принципе каждая отрасль имеет свои особые единицы измерения, поэтому каждый коэффициент прямых затрат имеет по крайней мере двойную размерность. Но не это обстоятельство заставляет уделять пристальное внимание выбору единиц измерения.

Существуют две различные причины, которые определяют сложность этой задачи. Первая причина связана с расчетными особенностями баланса, с определением норм полных затрат.

Формально каждый коэффициент полных затрат равен алгебраическому дополнению к симметричному элементу, деленному на определитель матрицы. Если определитель матрицы окажется малым по своей абсолютной величине, то тогда небольшие возмущения в коэффициентах прямых затрат приведут к значительным изменениям коэффициентов полных затрат. Иными словами, матрица коэффициентов полных затрат окажется неустойчивой.

Сказанное и объясняет интерес к изучению условий, при которых определитель может оказаться незначительным.

Первое условие рассматривалось в предыдущей главе: это корреляция между отраслями. Очевидно, что она одинаково влияет и на балансы, построенные в денежном выражении, и на натуральный баланс. Так, если между какими-либо отраслями существует сильная статистическая связь, то соответствующие плоскости близко расположены друг к другу и объем параллелепипеда оказывается незначительным.

Второе условие — слишком большая разница в длине векторов, на которых построен параллелепипед. Для ценностного и сводного материального балансов эта разница будет небольшой. В натуральном же балансе неудачный выбор единиц измерения (например, вместо килограмма — центнер) может привести к тому, что соответствующий вектор окажется значительно меньше других. При этом углы наклона различных плоскостей друг к другу остаются прежними, меняется только величина определителя.

Подобное затруднение часто встречается при решении алгебраических задач, и преодолевается оно всегда с помощью одного и того же приема — нормировки векторов.

В натуральном балансе вместо нормировки векторов можно ограничиться изменением единиц измерения, ибо это по существу один и тот же прием.

Другая причина, оказывающая большое влияние на выбор единиц измерения, заключается в том, что свойства многих продуктов характеризуются несколькими, по крайней мере двумя единицами измерения. Так, для характеристики потребительских свойств сортового проката, металлических труб и рельсов нельзя ограничиться планированием их выпуска лишь в тоннах, так как в этом случае у предприятий появляется стремление добиваться выполнения плана за счет утяжеления изделий. Это стремление может быть ликвидировано, если наряду с весовым измерением объема производства будет применяться планирование выработки продукции и в метрах. Аналогично выпуск цельнокатаных колес, накладок и метизов необходимо учитывать и в тоннах, и поштучно.

Можно привести еще целый ряд примеров того, как один и тот же продукт измеряется сразу в двух единицах. Причем существует достаточно ярко выраженная тенденция подобного усложнения объемных показателей. Понять происхождение ее нетрудно: она определяется стремлением обеспечить высокое качество продукции.

Посмотрим теперь, как может выглядеть в межотраслевом балансе продукт, учитываемый сразу в двух единицах измерения. Проблема здесь состоит в том, чтобы обеспечить именно двойной учет продукта, а не отказываться от какой-либо одной единицы измерения. Это можно сделать только в том случае, если продукту отвести две строки — по одной, например, показать его распределение в тоннах, а по другой — в метрах.

Использование нескольких единиц измерения для учета каждого продукта при наличии главной или основной единицы измерения означает по существу разработку нескольких натуральных балансов. Так, например, если в первом балансе трубы даны в тоннах, то во втором — в метрах и т. д. При этом объемы производства во всех балансах определяются в основной единице измерения.

Предположим, что каждый продукт измеряется только двумя единицами измерения, соответственно в двух единицах измерения даны и элементы конечного продукта. Тогда можно построить два натуральных баланса. Каждый из этих балансов описывается системой уравнений:

1-й баланс $(I_1 - A_1)\ X = Y_1$;
2-й баланс $(I_2 - A_2)\ X = Y_2$,

где I_1, A_1, I_2, A_2 — матрица порядка $2n \times n$;
Y_1 и Y_2 — векторы порядка $2n \times 1$.

$$\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ n \\ n+1 \\ n+2 \\ \vdots \\ 2n \end{array} \quad I_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}; \quad I_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix};$$

$$\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ n \\ n+1 \\ n+2 \\ \vdots \\ 2n \end{array} \quad A_1 = \begin{bmatrix} a^1_{11} & a^1_{12} & \dots & a^1_{1n} \\ a^1_{21} & a^1_{22} & \dots & a^1_{2n} \\ \vdots & & & \\ a^1_{n1} & a^1_{n2} & \dots & a^1_{nn} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}; \quad A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ a^2_{11} & a^2_{12} & \dots & a^2_{1n} \\ a^2_{21} & a^2_{22} & \dots & a^2_{2n} \\ \vdots & & & \\ a^2_{n1} & a^2_{n2} & \dots & a^2_{nn} \end{bmatrix};$$

$$\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ n \\ n+1 \\ n+2 \\ \vdots \\ 2n \end{array} \quad Y_1 = \begin{bmatrix} y^1_1 \\ y^1_2 \\ \vdots \\ y^1_n \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}; \quad Y_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ y^2_1 \\ y^2_2 \\ \vdots \\ y^2_n \end{bmatrix}.$$

Итак, данные матрицы и векторы обладают одной особенностью: в тех из них, которые имеют индекс 1, значащие цифры есть в первых n строках, а строки с $n+1$ по $2n$ состоят из нулей; в тех из них, которые имеют индекс 2, значащие цифры есть в строках с $n+1$ по $2n$, а первые n строк состоят из нулей. Теперь обратим внимание на следующее обстоятельство: каждый баланс описывается совместной системой уравнений, имеющей единственное решение относительно X. Это означает, что

$$[(I_1 - A_1) + (I_2 - A_2)]\, X = Y_1 + Y_2$$

будет также совместной системой уравнений и решение этой системы будет единственным.

Матрица в квадратных скобках — это матрица коэффициентов затрат-выпуска, в которой затраты каждого продукта даны в двух единицах измерения. Аналогично определяется структура конечного продукта.

Например, рассмотрим систему, в которой выделены три вида деятельности (метизы, машины и запасные части к ним, транспорт). Каждый из этих видов деятельности характеризуется двумя измерителями: метизы — штуки и тонны, машины и запасные части к ним — штуки и рубли, транспорт — тонно-километры и тонны.

Данные о производстве этих продуктов приведены в табл. 5-2.

Таблица 5-2

Затраты и выпуск основных продуктов

(цифры условные)

	Метизы	Машины и запчасти	Транспорт	Конечный продукт	Объем производства
Метизы, шт.	—	100	100	300	500
» *ц*	—	20	5	25	50
Машины и запчасти, шт.	—	—	—	100	100
» » » руб.	100	1000	100	8800	10 000
Транспорт, тыс. *ткм*	10	100	—	140	250
» *т*	60	400	—	540	1 000

Фактическая неоднородность каждой товарной группы непосредственно проявляется в использовании двух единиц измерения результатов труда. Причем важно подчеркнуть, что отношения между этими единицами по каждому продукту неодинаковы для различных его потребителей. Это значит, что структура спроса каждого потребителя отличается от средней структуры производства.

Но если это так, то тогда при построении баланса надо вести расчет сразу по двум измерителям. Для этого исходная таблица разделяется на несколько квадратных матриц с таким расчетом, чтобы в одну матрицу попала одна и только одна строка, относящаяся к данному продукту, и чтобы каждая из строк вошла в состав по крайней мере одной матрицы. Естественно стремиться провести также разбиение на минимальное число матриц.

Необходимость первого условия вызвана тем, что в каждой такой матрице должен быть отражен кругооборот всех выделенных продуктов. Второе условие учитывает тот факт, что каждый продукт может измеряться сразу несколькими единицами.

Возможное число таких разбиений равно $\prod_{i=1}^{i=n} k_i$, где k_i — число единиц измерения для продукции i-й отрасли. Так, при использовании только двух единиц измерения в каждой отрасли возможное число разбиений будет равно 2^n, но на самом деле для практического решения задачи вполне можно ограничиться всего *двумя* разбиениями, из которых первое можно построить на первых, а второе на вторых строках исходной матрицы. Минимальное число разбиений, необходимое и достаточное для решения этой задачи, равно $\max\limits_i k_i$.

Найдем коэффициенты полных затрат для двух разбиений:

$$B_1 = \begin{pmatrix} 1{,}010 & 1{,}410 & 0{,}403 \\ 0 & 1{,}00 & 0 \\ 0{,}020 & 1{,}030 & 1{,}010 \end{pmatrix}; \quad B_2 = \begin{pmatrix} 1{,}005 & 0{,}003 & 0{,}001 \\ 2{,}251 & 1{,}122 & 0{,}113 \\ 0{,}221 & 0{,}046 & 1{,}005 \end{pmatrix}.$$

Умножив эти коэффициенты на заданные объемы конечного продукта, получим валовые выпуски:

$$\begin{pmatrix} 1{,}010 & 1{,}410 & 0{,}403 \\ 0 & 1{,}000 & 0 \\ 0{,}020 & 1{,}030 & 1{,}010 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 300 \\ 100 \\ 140 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 500 \\ 100 \\ 250 \end{pmatrix}$$

и $$\begin{pmatrix} 1{,}005 & 0{,}003 & 0{,}001 \\ 2{,}251 & 1{,}122 & 0{,}113 \\ 0{,}221 & 0{,}046 & 1{,}005 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 25 \\ 8800 \\ 540 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 50 \\ 10000 \\ 1000 \end{pmatrix}.$$

Рассмотренный прием позволяет строить межотраслевые балансы в натуральном выражении с одновременным отражением каждого продукта в нескольких единицах измерения. Это открывает широкие возможности для всестороннего учета потребительских свойств каждого продукта.

ГЛАВА 6

ТЕХНИКА ПОСТРОЕНИЯ БАЛАНСА

§ 1. Системы цен, используемые в балансе

Существование двух видов межотраслевых балансов в денежном выражении — сводного материального и ценностного — указывает на то обстоятельство, что имеются по крайней мере две системы цен, в которых может оцениваться продукция. Свойства этих цен могут быть легко определены исходя из особенностей каждого из этих балансов. Для сводного материального баланса цена каждого продукта должна оставаться постоянной независимо от места его реализации[1]. В ценностном балансе, напротив, цена продукта зависит от того, где он потребляется. Первому условию удовлетворяют цены производителя, а второму — цены потребителя.

Существующие межотраслевые балансы свидетельствуют о том, что обе эти системы цен используются одинаково часто, причем в ценах производителей строятся балансы преимущественно промышленно развитых стран, так как разработка баланса в этих ценах предъявляет более жесткие требования к полноте и качеству экономической информации.

В Советском Союзе почти все межотраслевые балансы построены в ценах потребителей. Единственным исключением является баланс по Прибалтийскому экономическому району.

Посмотрим теперь, как должна строиться каждая из этих систем и насколько принципы ее построения соответствуют практике экономической работы.

---

[1] Сказанное справедливо лишь в том случае, когда каждый продукт оценивается по одной цене. Существование различных зональных и поясных цен, равно как и цен, устанавливаемых самими производителями, нарушает это правило. В дальнейшем изложении при разборе цен производителя это условие упоминаться не будет.

Цена производителя, как указывалось, используется для построения сводного материального баланса. Это значит, что в цену выпускаемого продукта не включаются затраты по его реализации. Они полностью относятся на те виды деятельности, где этот продукт потребляется, и показываются там по соответствующим строкам (материально-техническое снабжение и сбыт, транспорт). Соответственно в цене производимого продукта отражаются затраты на транспорт и оплата услуг материально-технического снабжения, вызванные поставками предприятию-производителю всех необходимых материалов.

Если в цену производителя расходы на транспорт и другие отрасли услуг включаются только в той части, которая вызвана производством данного продукта, то в цену потребителя дополнительно к ним включаются еще расходы по сбыту произведенного продукта. Это значит, что цена потребителя на каждый продукт будет по крайней мере не меньше цены производителя. Разность между ними будет равна стоимости сбыта данного продукта.

Приведенные определения цен делают понятным и их название. Цена производителя говорит о том, сколько стоит каждый продукт в месте его производства, цена потребителя — о том, сколько стоит каждый продукт в месте его потребления. Разность между ними равна стоимости доставки этого продукта от производителя к потребителю.

Цене производителя больше всего соответствуют калькуляции цены по типу франко-склад предприятия-производителя, а цене потребителя — франко-склад предприятия-потребителя. Однако эти два вида цен франко в хозяйственной практике встречаются крайне редко, а потому гораздо целесообразнее сравнивать эти цены с более распространенными видами франко: франко-вагон станция (пристань) отправления и франко-вагон станция (пристань) назначения. Различия между этими ценами и названными выше состоит в особом учете транспортных расходов. Так, в цену франко-станция (пристань) назначения дополнительно включаются расходы по доставке товара от предприятия до станции (пристани). Для того чтобы исчислить цену франко-станция отправления, необходимо, наоборот, из цены франко-склад предприятия-потребителя вычесть расходы по доставке товара от станции назначения до склада предприятия.

В современной хозяйственной практике пока более широко используются оптовые цены франко-вагон станция отправления. Они применяются главным образом при реализации орудий труда. Удельный вес оптовых цен франко-вагон станция отправления при реализации товаров народного потребления незначителен. В 1955 г. он был равен примерно 10% [1].

Товары народного потребления реализуются преимущественно (90%) по оптовым ценам франко-вагон (судно) станция (порт) назначения. Это связано с тем, что только в этом случае удается обеспечить единый уровень цен, а это особенно важно для предметов народного потребления. По ценам франко-станция назначения происходит и реализация отдельных видов продукции тяжелой промышленности (в 1955 г. примерно $^1/_3$).

Различия между этими видами франко рассмотрим на следующем примере. Предположим, что в систему входят только четыре отрасли — горнодобывающая промышленность, электроэнергетика, металлургия и транспорт (названия отраслей даются лишь для придания примеру большей конкретности). Предположим также, что затраты на транспортировку 1 ед. продукции горной промышленности (руда и уголь) составляют 0,10 ее стоимости, а затраты на транспортировку продукции металлургии — 0,01 ее стоимости. Построим межотраслевой баланс в ценах производителя (табл. 6-1).

Для того чтобы от цен производителя перейти к ценам потребителя, мы должны к цене всех потребляемых продуктов добавить расходы по их поставке. В данном примере это относится только к продукции двух отраслей — горнодобывающей промышленности и металлургии. Кроме того, расходы по поставке каждого продукта, например металлов, должны быть также показаны как затраты производящей их отрасли на транспорт. Межотраслевой баланс в ценах потребителя приведен в табл. 6-2.

---

[1] Ш. Я. Турецкий. Очерки планового ценообразования в СССР. М., Госполитиздат, 1959, стр. 92.

Таблица 6·1

Межотраслевой баланс в ценах производителя (в руб.)

	Горнодобывающая промышленность	Электроэнергетика	Металлургия	Транспорт	Итого I раздел	Конечный продукт	Валовой продукт
Горнодобывающая промышленность	—	50,00	30,00	2,00	82,00	18,00	100,00
Электроэнергетика	20,00	—	3,00	3,00	26,00	74,00	100,00
Металлургия	—	5,00	—	1,00	6,00	44,00	50,00
Транспорт	—	5,05	3,00	0,21	8,26	2,24	10,50
Итого I раздел	20,00	60,05	36,00	6,21	121,26	138,24	260,50
Вновь созданная стоимость	80,00	39,95	14,00	4,29	133,24		
Валовой продукт	100,00	100,00	50,00	10,50	260,50		

Таблица 6·2

Межотраслевой баланс в ценах потребителя (в руб.)

	Горнодобывающая промышленность	Электроэнергетика	Металлургия	Транспорт	Итого I раздел	Конечный продукт	Валовой продукт
Горнодобывающая промышленность	—	55,00	33,00	2,20	90,20	19,80	110,00
Электроэнергетика	20,00	—	3,00	3,00	26,00	74,00	100,00
Металлургии	—	5,05	—	1,01	6,06	44,44	50,50
Транспорт	10,00	—	0,50	—	10,50	—	10,50
Итого I раздел	30,00	60,05	36,50	6,21	132,76	138,24	271,00
Вновь созданная стоимость	80,00	39,95	14,00	3,29	137,24		
Валовой продукт	110,00	100,00	50,50	10,50	271,00		

Для того чтобы выявить различия, существующие между этими таблицами, сравним прежде всего валовые выпуски. Нетрудно убедиться, что во всех случаях валовые выпуски по ценностному балансу не меньше валовых выпусков соответствующих отраслей сводного материального баланса. Они равны им только по отрасли «Электроэнергетика», в которой реализация продукции не связана с транспортными затратами. Отсюда, в частности, можно вывести следующее правило: валовые выпуски отраслей в ценностном балансе всегда больше валовых выпусков одноименных отраслей в сводном материальном балансе при условиях, когда реализация продукции связана с транспортными затратами. В противном случае валовые выпуски в обоих случаях равны.

Сравним теперь совокупный общественный продукт, исчисленный по двум указанным балансам: 271,0—260,5 = 10,5, т. е. разность между обоими значениями совокупного общественного продукта равна валовой продукции транспорта. Следовательно, использование цен потребителя приводит к повторному учету продукции транспорта. Данное обстоятельство объясняет, почему при подсчете валовой продукции торговли из общего объема затрат исключается продукция транспорта. Это делается потому, что затраты на наемный транспорт имеют в торговле большой удельный вес.

Выбор той или иной системы цен при построении баланса существенно зависит от постановки учета на предприятиях. Обследования предприятий, проведенные при разработке первичных материалов для межотраслевого баланса, показывают, что примерно одна половина предприятий учитывает приобретенные материалы в оптовых ценах, а другая — по стоимости фактического приобретения, т. е. с добавлением к оптовой цене продукта расходов по его доставке на предприятие. В плановой практике в последнем случае используются планово-расчетные цены. Это значит, что существующая практика учета не приспособлена для разработки первичных материалов в том виде, в каком они требуются для построения межотраслевого баланса.

Дополнительная разработка материалов необходима независимо от того, какой баланс строится — ценностный или сводный материальный. Опыт показывает, что значительно легче провести пересчет оптовых цен в цены потребителя, чем от цен потребителя перейти к ценам производителя. Это объясняется тем, что на каждом предприятии, которое учитывает продукцию в оптовых ценах, нетрудно получить данные о стоимости услуг транспорта и разнести их по продуктам.

Выбор той или иной системы цен существенным образом влияет на величину коэффициентов прямых и полных затрат. Степень этого влияния показывают данные табл. 6-3.

Данные табл. 6-3 убедительно говорят о том, что между показателями сводного материального и цен-

Таблица 6-3

Структура материальных затрат в отраслях народного хозяйства *
(в %)

Отрасли-поставщики	Отрасли-потребители			
	топливная промышленность		электроэнергетика	
	цены потребителя	цены производителя	цены потребителя	цены производители
Топливная промышленность	28,4	43,6	90,8	67,7
Машиностроение	2,8	5,6	4,9	4,7
Лесная промышленность	6,0	10,2	0,2	0,2
Легкая »	2,3	4,6	0,7	0,7
Сфера обращения	12,1	4,5	0,6	5,8

* Н. С. Соловьев. Об оценке продукции в межотраслевом балансе. НИЭИ Госплана СССР. Научное совещание по проблемам межотраслевого баланса. М., 1963, стр. 13.

ностного баланса существуют большие различия. Каждый из этих балансов по-своему описывает структуру народного хозяйства. Для планирования предпочтительнее использовать сводный материальный баланс, так как его структура значительно больше соответствует структуре натурального баланса и меньше искажается системой цен.

§ 2. Инструментарий, необходимый для сбора информации

Неприспособленность существующей системы учета для получения разносторонних данных, необходимых для построения межотраслевого баланса, значительно осложняет проведение балансовых работ и резко увеличивает их стоимость. Это относится в первую очередь к работам над отчетными межотраслевыми балансами. Так, для сбора необходимой статистической информации по промышленному предприятию требуется примерно 4—6 человеко-дней, а для сбора плановой информации (переложение техпромфинплана в матричную форму) — 3—4 человеко-дня, т. е. примерно на ¼ меньше. Эти данные относятся к существующей организации планово-экономической работы на предприятии, если же учесть большую легкость модернизации плановой информации, то тогда преимущества разработки материалов по техпромфинпланам станут достаточно ощутимыми (большая трудоемкость отчетных балансов компенсируется их более высокой точностью).

Основным источником информации для построения детализированных межотраслевых балансов является выборочное обследование. При этом следует иметь в виду, что характер выборочного обследования существенно зависит от того, о каком балансе идет речь. Так, для построения баланса по Советскому Союзу за 1959 г. ЦСУ СССР подвергло выборочному обследованию примерно 20% промышленных предприятий. Этот общий процент был дифференцирован по отраслям.

При построении районных межотраслевых балансов выборочное обследование приобретает характер сплошного наблюдения, так как здесь обследуются уже практически все крупные предприятия. Это относится прежде всего к машиностроительным заводам. Выборочное обследование проводится только по таким отраслям, как легкая и пищевая промышленность, где имеется большое количество однотипных предприятий.

Выборочное обследование предприятий проводится по заранее разработанным бланкам, которые являются первичным документом при построении межотраслевого баланса. Эти бланки пригодны для построения баланса как по принципу «чистой» отрасли, так и по принципу «Группа предприятий — отрасль». По своей форме бланки напоминают межотраслевой баланс и являются точной копией его для каждого отдельного предприятия.

В подлежащем бланка перечисляются все виды деятельности, выделяемые в балансе и имеющие место на отдельном предприятии. Опыт показывает, что на каждом предприятии выделяется не более пяти—семи позиций, причем наблюдается следующая закономерность: чем совершеннее предприятие, тем меньше выделяется продуктов в подлежащем.

Кроме того, иногда выделяются также такие виды деятельности, свойственные всем предприятиям, как капитальный ремонт основных фондов, цеховые и общезаводские расходы.

Подобное дополнительное разделение всех затрат практически не увеличивает расходы по заполнению бланка, а даже, наоборот, частично сокращает их, так как в этом случае предприятие избавляется от поэлементного распределения условно-постоянных расходов на произведенную продукцию. Такое распределение широко практикуется, например, при определении валовой продукции и используется при составлении сметы затрат на производство (в годовом отчете промышленного предприятия ей соответствует форма № 5 «Затраты на производство (без внутризаводского оборота)»).

Подлежащее бланка делится на две части. Первая часть характеризует затраты на производимую продукцию. Она соответствует первому разделу межотраслевого баланса. Вторая часть таблицы соответствует второму разделу баланса. В ней показывается использование произведенной продукции за пределами процесса производства (списание продукции на непроизводственные счета, товарная продукция). При этом каждый раз подробно указывается целевое назначение продукции. Это необходимо для последующей сводки баланса, так как в зависимости от использования продукция может быть показана в различных частях второго раздела.

Замыкают подлежащее баланса колонки, характеризующие вещественный состав затрат. Здесь выделяются две колонки — количество израсходованного продукта в натуральном выражении (если, конечно, данную группу можно выразить в натуральных единицах, чего нельзя сделать, например, по таким позициям, как «Инструмент», «Запасные части», и др.) и средняя цена продукции данной группы. Такие показатели необходимы для «натурализации» межотраслевого баланса. Они облегчают построение натурального и сводного материального балансов и служат для перехода к ним от ценностного баланса.

Сказуемое бланка полностью определяется классификацией межотраслевого баланса. Кроме обычных балансовых позиций, здесь выделяется также специальная строка, где по каждому продукту показывается стоимость внутризаводского оборота. Это делается для того, чтобы обеспечить сопоставимость показателей баланса с соответствующими показателями плана и отчета по предприятию. Такая строка необходима также для построения межотраслевого баланса по принципу «чистой» отрасли с исключением внутризаводского оборота, как это имело место, например, в отчетном межотраслевом балансе СССР за 1959 г.

После строк, характеризующих материальные затраты на предприятии, идут строки, по которым показываются затраты труда и амортизация основных фондов. Они соответствуют, очевидно, показателям третьего раздела межотраслевого баланса.

По всем выделенным позициям затраты на производство готовой продукции показываются независимо от того, совпадает ли производственный цикл с календарным годом. Важно только, чтобы он был примерно равен году. Так, например, по отрасли «Производство зерна» показываются затраты на озимые культуры, убранные в данном году, хотя часть этих затрат была сделана в прошлом году. Затраты же под урожай следующего года показываются по колонке «Прирост затрат по незавершенному производству». Эта колонка является разновидностью условной отрасли. Суммы, стоящие в ней, представляют собой разности между затратами на незавершенное производство в текущем году, для которого составляется баланс, и затратами на незавершенное производство в предыдущем году.

Так решается проблема несовпадения производственного цикла с календарным годом для абсолютного большинства отраслей. Иначе обстоит дело с разработкой материалов по таким отраслям, как «Строительство», «Судостроение» и другим, в которых производственный цикл иногда превышает год. С этой точки зрения особенно сложной представляется разработка материалов по строительству, так как имеются строительные объекты, сооружаемые более одного года. Кроме того, дело осложняется тем, что начало, а также завершение строительства многих объектов не совпадает с календарным годом.

Есть два различных пути решения этой проблемы. Первый путь используется при обработке материалов по строительству. Учитывая многообразие строительства, наличие в нем большого числа объектов с различной продолжительностью цикла, в качестве единицы измерения продукции этой отрасли используют условную единицу — 1 млн. руб. строительно-монтажных работ.

Второй путь применяется при обработке материалов по таким отраслям, как «Судостроение», в которых производство носит единичный характер и производственный цикл превышает календарный год или почти совпадает с ним. В этом случае общий объем работ разбивается на ряд этапов. По каждому из них определяются соответствующие нормативы затрат.

Единицей наблюдения является уже не данный продукт, а определенный этап работ по его созданию. Аналогичная практика имеет место и при калькулировании себестоимости продукции (так называемый пооперационный метод).

Учет отраслевых особенностей при разработке материалов нужен для того, чтобы, с одной стороны, правильно определить структуру затрат на производимую продукцию и, с другой стороны, обеспечить совпадение внешних итогов межотраслевого баланса с соответствующими показателями баланса народного хозяйства. Такая сопоставимость необходима для перехода от самых укрупненных расчетов-прикидок по балансу народного хозяйства к значительно более детальным расчетам по межотраслевому балансу.

По строке «Прибыль предприятия» показывается прибыль, которая может быть получена в случае, если вся произведенная продукция будет реализована. Это следует иметь в виду при составлении отчетных балансов, так как в годовых отчетах предприятий показывается прибыль, фактически полученная в данном году.

Одной из самых сложных статей межотраслевого баланса является статья «Прочие денежные расходы». Здесь показываются все расходы предприятия за счет прибавочного продукта, относимые на себестоимость выпускаемой продукции. Сюда входят расходы на содержание вышестоящих звеньев (например, отчисление на содержание трестов, производственных объединений), оплата научно-исследовательских работ в том случае, если в первом разделе баланса не выделяется отрасль материального производства «Научно-исследовательские и проектные работы», оплата штрафов, пени, процентов и неустоек (за вычетом полученных), оплата услуг коммунальных предприятий (например, оплата услуг прачечных за стирку белья). Кроме того, по этой же статье показывается стоимость бесплатно выданной спецодежды, обуви, защитных приспособлений и т. д. Эти суммы отражаются здесь в том случае, если не удается выявить их материально-вещественный характер и записать по соответствующим отраслям материального производства. Это означает также, что статья «Прочие денежные расходы» может служить скрытой причиной несбалансированности таблицы.

По статье «Налог с оборота» должен быть показан весь налог с оборота, начисленный на произведенную продукцию. Однако надо сказать, что строго выдержать этот принцип практически не удается прежде всего потому, что налог с оборота, уплачиваемый торговыми организациями, обязан своим происхождением продукции, реализуемой в данном году. Поэтому определить налог с оборота на продукцию, произведенную в текущем году, можно только в том случае, если он уплачивается промышленными предприятиями.

Таково содержание показателей третьего раздела бланка. Его заполнение по большинству позиций не вызывает каких-либо существенных затруднений и зависит лишь от постановки учета на предприятии. Правда, некоторые хлопоты связаны с расчетом потерь от брака и возвратных отходов.

Особо следует сказать об отражении сопряженной продукции. Расчет затрат на сопряженную продукцию при калькулировании себестоимости отличается целым рядом условностей, связанных главным образом с применением различных переводных коэффициентов. Природа этих коэффициентов зависит от технологических особенностей отрасли. Однако вне зависимости от того, что представляют собой эти коэффициенты, общая техника расчета состоит в том, что различные сопряженные продукты приводятся к какому-нибудь одному, базовому продукту, на который и составляется калькуляция затрат. Последующий переход к конкретным продуктам не представляет уже никаких трудностей.

Использование практики калькулирования при составлении межотраслевого баланса особенно неудобно в том отношении, что приходится разрывать на несколько частей единый технологический процесс, например отделять затраты на зерно от затрат на солому.

Такое разделение необходимо, если руководствоваться предпосылкой о том, что каждая отрасль производит только один вид продукции. Более общий подход, определение отрасли как совокупности процессов, позволяет обойти эту трудность и приводит к так называемому методу отрицательных коэффициентов.

Смысл этого метода состоит в следующем. Коэффициенты затрат по технологическому процессу, в ходе которого выпускается несколько продуктов, исчисляются путем деления общего объема затрат на валовой выпуск основного продукта. Выпуск всех других продуктов выражается как доля от выпуска основного продукта. В результате такого расчета вектор коэффициентов затрат-выпуска принимает особый вид — в нем уже будет несколько положительных составляющих: ровно столько, сколько продуктов производится в ходе технологического процесса.

Эта особенность метода существенно изменяет свойства коэффициентов полных затрат. Теперь уже в матрице $(E-A)^{-1}$ могут появиться отрицательные элементы, которые указывают на то, что производство единицы основного продукта сопровождается производством определенного количества сопутствующих продуктов, в результате чего выпуск таких продуктов на специализированных предприятиях может быть несколько уменьшен. Проиллюстрируем это на примере трехотраслевой модели (табл. 6-4 и 6-5).

Таблица 6-4

Выпуск продукции

Продукты	Отрасли			Всего
	I	II	III	
1	100	—	10	110
2	20	100	—	120
3	—	—	100	100

Таблица 6-5

Затраты по отраслям

	Отрасли		
	I	II	III
1	—	40	90
2	—	—	
3	50	30	

Таблицы 6-4 и 6-5 объединяются в одну с помощью указанного метода (см. табл. 6-6).

Таблица 6-6

Коэффициенты прямых затрат

Продукты	Отрасли		
	I	II	III
1		0,4	—0,1
2	—0,2		0,9
3	0,5	0,3	

Вычислим коэффициенты полных затрат:

$$\begin{pmatrix} 1{,}0 & -0{,}4 & 0{,}1 \\ 0{,}2 & 1{,}0 & -0{,}9 \\ -0{,}5 & -0{,}3 & 1{,}0 \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} 1{,}0831 & 0{,}5490 & 0{,}3859 \\ 0{,}3710 & 1{,}5579 & 1{,}3654 \\ 0{,}6529 & 0{,}7419 & 1{,}6030 \end{pmatrix}.$$

Пусть конечное потребление продукции каждой из отраслей составит: I—50; II—40 и III—80 ед. В этом случае объем производства специализированных предприятий составит соответственно 107, 190 и 190 ед.

Пример показывает, что при общем объеме производства продуктов 1-го — 126 ед. и 2-го — 211,4 ед. объемы их производства на специализированных предприятиях (отраслях) составляют соответственно 107 и 190 ед.

Метод отрицательных коэффициентов, изложенный выше, может использоваться и для отражения отходов в межотраслевом балансе. Отходы, полученные при производстве продукции на каждом предприятии, могут либо потребляться им же (производство продукции ширпотреба), либо реализовываться на сторону. И в том и в другом случае в таблице выпуска показывается соответствующий потребитель отходов.

§ 3. Особенности разработки сводного материального и ценностного балансов

Обработка информации, получение которой рассматривалось выше, отличается рядом особенностей в зависимости от того, какой строится баланс — ценностный или сводный материальный.

Первым шагом на пути к построению сводного материального баланса является уточнение внешних итогов (валовая продукция). Эту работу можно выполнить двумя различными методами. Первый метод заключается в оценке всего выпуска в оптовых ценах промышленности (для сельскохозяйственных продуктов — в заготовительных ценах). Это прямой и, следовательно, наиболее точный метод. Единственным недостатком его являются очень жесткие требования к информации. Удовлетворить этим требованиям практически невозможно. Дело в том, что для прямой оценки валовых выпусков необходимо знать детальную структуру каждого агрегата, так как цены устанавливаются на совершенно конкретные продукты, а не на группы однородных продуктов, с которыми мы имеем дело в межотраслевом балансе.

Второй метод определения валовой продукции в сводном материальном балансе состоит в том, что валовой выпуск каждой отрасли в ценностном балансе уменьшается на сумму затрат, связанных с реализацией продукции этой отрасли. Если при этом удастся исключить затраты от предприятия-производителя до места использования данного продукта, то такое решение можно будет считать идеальным.

На этом можно было бы и закончить уточнение внешнего итога отрасли, если абстрагироваться от существования внутрихозяйственного оборота, который в большинстве случаев оценивается по себестоимости. Поэтому вся продукция, входящая в состав внутризаводского оборота, дооценивается до оптовых цен промышленности (заготовительных цен в сельском хозяйстве). Такое дополнительное уточнение валовых выпусков необходимо проводить в первую очередь по отраслям с большим удельным весом внутриотраслевого оборота. К ним относятся сельское хозяйство, пищевая промышленность, легкая промышленность, металлургия, некоторые отрасли машиностроения и промышленность строительных материалов.

После определения этих показателей можно рассчитать валовой выпуск отрасли в сводном материальном балансе. Он равен валовому выпуску отрасли в ценностном балансе минус расходы по реализации произведенной продукции плюс внутрихозяйственный оборот продукции, дооцененный до оптовых цен.

После определения валовых выпусков начинается второй этап работы — корректировка показателей первого и второго раздела. В первом разделе уточняются прежде всего диагональные элементы (внутриотраслевой оборот) и расходы по реализации продукции (отрасли «Материально-техническое снабжение и сбыт», «Заготовки», «Оптовая торговля», «Транспорт»). Затем из каждого элемента материальных затрат исключаются расходы по реализации, которые записываются в соответствующие строки. Такие же расчеты выполняются и по второму разделу баланса.

Заметно сложнее корректировка показателей третьего раздела, так как в этом случае необходимо предварительно решить вопрос о том, за счет какой статьи (прибыли или налога с оборота) будет балансироваться разница, вызванная переоценкой внутрихозяйственного потребления. Проще всего предположить, что такой статьей будет «Прибыль», так как налог с оборота является централизованным государственным фондом.

Рассмотренные вопросы не исключают всех проблем, которые возникают при переходе от ценностного баланса к сводному материальному. Эти проблемы частично относятся и к расчету таких показателей, как «Прочие доходы населения», «Доходы колхозников» и «Прибыли колхозов и кооперации». Это очевидно, поскольку переход к сводному материальному балансу связан с переоценкой, которая особенно сильно влияет на показатели по сельскому хозяйству.

По строке «Прибыли колхозов» показывается прибыль, которая будет получена колхозами от реализации продукции, произведенной в текущем году, причем предполагается, что эта реализация будет осуществляться в тех же условиях, как и в текущем году. Дело в том, что колхозы в текущем году реализуют только часть продукции, полученной от урожая данного года. Значительная часть ее реализуется за пределами данного года. Однако несмотря на это, в годовом отчете колхозов показывается ожидаемый денежный доход, т. е. доход, который может быть получен при реализации всей товарной продукции в условиях, сложившихся в текущем году.

Прибыль, которая должна быть показана в ценностном балансе, равна разности ожидаемых денежных доходов от реализации товарной части продукции и ее себестоимости. Такое решение означает, что внутрихозяйственное потребление продукции и выдача по трудодням оцениваются также по себестоимости.

Эта проблема, весьма трудная для ценностного баланса, очень просто решается в сводном материальном балансе. Там ожидаемая прибыль будет просто равна стоимости товарной продукции в закупочных ценах минус себестоимость продукции, скорректированная в соответствии с уточнениями, вызванными переходом к сводному материальному балансу.

Из этого вытекает и решение вопроса о том, как должны оцениваться доходы колхозников. В ценностном балансе доходы колхозников определяются как сумма выдач на трудодни деньгами и выдач натурой, оцененных по себестоимости (расчет ведется по всему количеству трудодней, затраченных на производство полученной продукции; особенности платежей во внимание не принимаются).

Аналогично оцениваются и доходы от личного подсобного хозяйства, которые показываются по строке «Прочие доходы населения». Эти доходы слагаются из двух частей — доходы от продукции, проданной на сторону, и доходы от внутрихозяйственного потребления продукции. Первая часть доходов определяется легко — это фактическая выручка за реализованную продукцию. Во втором случае под доходом понимается стоимость всей продукции своего производства, израсходованной на внутрихозяйственные нужды. Для оценки этой продукции используется «себестоимость» ее производства, которая рассчитывается по особой нормативной калькуляции. Основная трудность в составлении этой калькуляции связана с денежной оценкой затрат труда. Для этого целесообразнее всего оценить общий объем выполненных работ по расценкам, установленным за эти работы в совхозах. Такой пересчет необходим также и потому, что значительную часть работ в личном подсобном хозяйстве выполняют нетрудоспособные (пенсионеры, подростки до 16 лет), производительность труда которых заметно ниже, чем у трудоспособных колхозников.

Такие проблемы возникают при построении ценностного баланса. Для сводного материального баланса важно решить другую проблему — оценить весь труд в соответствии с его количеством и качеством. Точное решение этой проблемы возможно только при исчислении общественных издержек производства, для которого необходимо осуществить редукцию труда.

Для решения задачи пересчета доходов колхозников в сводном материальном балансе весь труд колхозников должен быть сведен путем использования соответствующих переводных коэффициентов к труду рабочих совхозов.

Переоценка продукции при переходе от ценностного к сводному материальному балансу заметным образом повлияет на содержание статьи «Прибыли колхозов». Если в ценностном балансе прибыль, получаемая колхозами, существенно отличается по своему содержанию от прибыли, получаемой совхозами, то в сводном материальном балансе эта разница нивелируется. Различие между этими показателями будет определяться здесь только уровнем хозяйственной деятельности. Это обстоятельство лишний раз подтверждает, что ценностный баланс лучше отражает структуру народного хозяйства в том ее виде, как она проявляется в движении реальных ценностей, а сводный материальный баланс выявляет материально-вещественные связи, существующие между отраслями народного хозяйства. Таким образом, формальное различие между этими схемами, установленное ранее, приобретает уже вполне определенный экономический характер.

§ 4. Сводка и балансировка таблицы

Сводка бланков по отдельным предприятиям проводится обычно в два этапа. На первом этапе по заданным критериям производится группировка всех данных в организационно-технологические способы как составные части отрасли.

Полученные данные распространяются затем на необследованные предприятия. Результаты этого расчета контролируются с помощью имеющихся сводных показателей.

Второй этап сводки баланса заключается в группировке организационно-технологических способов в отрасли и проверке полученных показателей.

Отсутствие сплошных данных в нужном объеме существенно затрудняет проверку материала. Поэтому опыт подсказывает проведение такой проверки сразу по нескольким направлениям. Полученные показатели сопоставляются прежде всего с имеющимися общеотраслевыми показателями и нормативами. В случае выявления каких-либо заметных расхождений они подвергаются самому тщательному анализу. Вторым направлением проверки является анализ динамики коэффициентов. Он проводится для всех крупных коэффициентов затрат по обычной методике анализа динамических рядов.

Третье направление проверки — проведение пробных расчетов, например, путем подстановки валовых выпусков прошлых периодов. Это направление является дальнейшим развитием анализа динамических рядов, только здесь элементом такого ряда служит матрица коэффициентов прямых затрат.

Все эти проверки позволяют выявить бóльшую часть ошибок, допущенных при составлении межотраслевого баланса. Но борьба с ошибками на этом не кончается. Она вступает в завершающую стадию при балансировке таблицы. Надо сказать, что природа ошибок, выявленных в ходе балансовой работы, оказывается самой различной. Упрощенно все ошибки можно разделить на следующие группы:

1) ошибки, вызванные нерепрезентативностью выборки. Они объясняются тем, что выборка проводится, как правило, по наиболее крупным предприятиям и заведомо планируется как нерепрезентативная (можно, конечно, проводить обследование и по мелким предприятиям, но ценность полученных данных, как показывает опыт, будет небольшой);

2) ошибки, вызванные неточностями в классификации баланса, например отнесением синтетических моющих средств к химической, а не к пищевой промышленности;

3) ошибки, вызванные недостаточной информацией о вещественной природе отдельных элементов затрат. Такие ошибки особенно часто наблюдаются по родственным позициям. Были, например, случаи, когда общая

стоимость израсходованного металла указывалась правильно, а его распределение внутри группы было неверным из-за смешения метизов и изделий дальнейшего передела. Подобные ошибки встречаются почти в каждой отрасли;

4) ошибки, связанные с неточной расшифровкой затрат. Эти ошибки встречаются в том случае, когда для расшифровки какой-либо комплексной статьи используется дополнительная выборка по первичным данным. Очень часто такие ошибки переплетаются с нерепрезентативностью выборки. Примером может служить расшифровка статьи «Содержание и эксплуатация зданий и сооружений», которая проводится по данным за какой-либо один месяц.

Особенность этих ошибок состоит в том, что они затрагивают внутреннюю структуру агрегата и могут быть выявлены лишь при балансировке таблицы, когда, например, общий расход метизов в народном хозяйстве сопоставляется с объемом их производства.

Балансировка таблицы проводится в несколько этапов. На первом этапе общее количество распределенной продукции сравнивается с объемом ее производства. Затем по каждому продукту последовательно устраняются «излишки» и «недостатки», прежде всего путем тщательной проверки данных по главным потребителям данного продукта.

Следует подчеркнуть, что исправление данных баланса производится внутри группы, т. е. если, например, увеличивается расход проката на машину, то соответственно сокращается расход других видов металла по данной группе. Такая корректировка требует глубокого понимания отрасли, а также является своего рода искусством.

§ 5. Построение схемы «Поставки—выпуск»

Схема «Поставки — выпуск» состоит из двух таблиц — таблицы затрат и таблицы выпуска. Первая из них характеризует структуру затрат во всех отраслях, точнее, на предприятиях, отнесенных к данной отрасли; вторая — структуру производства этих предприятий. Для построения этой схемы требуется существенно меньше информации, чем для разработки межотраслевого баланса по «чистым» отраслям. В этом случае нет необходимости разрабатывать материалы по «чистым» отраслям и разбивать затраты на предприятии по отдельным продуктам.

Обозначим:

z_{ij} — затраты продукта i в отрасли j;

v_{ij} — выпуск продукта i в отрасли j.

Порядок матрицы (z_{ij}) — $(n+1) \times m$, где n — число продуктов, а m — число отраслей; $(n+1)$-я строка матрицы (z_{ij}) характеризует конечный продукт, созданный в данной отрасли. Порядок матрицы (v_{ij}) — $m \times n$. Каждая колонка матрицы (z_{ij}) отражает затраты в отрасли j, а каждая колонка матрицы (v_{ij}) — ее выпуск. Тогда $\sum\limits_i^n v_{ij} = \sum\limits_i^{n+1} z_{ij}$ будет равна валовой продукции отрасли, а $\sum\limits_j z_{ij}$ — общему объему затрат продукта i во всех отраслях.

Если предположить, что продукты и отрасли объединяются в одно и то же число групп по принятой классификации, то между схемой «Поставки — выпуск» и межотраслевым балансом можно будет установить следующее соответствие.

Обозначим через a_{ij} коэффициенты прямых затрат по технологическим отраслям и будем считать, как и ранее, что затраты на производство каждого продукта не зависят от того, где он производится.

Тогда

$$\sum_{k=1}^{n} a_{ik} v_{kj} = z_{ij} \ (i,\ j = 1,\ 2,\ \ldots,\ n), \tag{6-1}$$

или в матричном обозначении

$$A_i V = Z_i, \tag{6-1-a}$$

где A_i и Z_i соответственно векторы-строки матрицы коэффициентов прямых затрат и затрат одного продукта во всех отраслях системы.

Из соотношения (6-1-а) нетрудно определить коэффициенты прямых затрат

$$A = ZV^{-1}. \tag{6-2}$$

Таким образом, для того чтобы от схемы «Поставки — выпуск» перейти к обычному межотраслевому балансу, достаточно умножить матрицу поставок справа на обратную матрицу выпусков. Этот прием [81] особенно перспективен для разработки отчетного межотраслевого баланса, так как для него значительно легче получить всю необходимую информацию. Возможность этого расчета определяется следующими основными предпосылками:

1) тождественность классификации отраслей и продуктов;

2) $\sum_{i}^{i=n+1} z_{ij} = \sum_{i}^{n} v_{ij}$ $(j=1, 2, \ldots, n)$ — сумма затрат отрасли равна сумме ее выпуска;

3) $y_i + \sum_{j}^{j=n+1} z_{ij} = \sum_{j} v_{ij}$ $(i=1, 2, \ldots, n)$ — объем затрат каждого продукта равен объему ему производства. Здесь y_i — конечное потребление продукта i.

Первое условие непосредственно вытекает из выражения (6-1) и определяется сопоставимостью продуктовой и отраслевой классификаций.

Второе условие является обычным балансовым равенством. Оно выполняется лишь для балансов в денежном выражении и служит средством контроля.

Третье условие также является балансовым равенством. Оно характеризует распределение продуктов между отраслями и конечное потребление этих продуктов. Справедливость его не зависит от выбранных единиц измерения.

Помимо указанных условий, для перехода от схемы «Поставки — выпуск» к межотраслевому балансу необходимо также, чтобы матрица V была невырожденной.

По своему строению матрица V близка к диагональной и характеризуется преобладанием диагональных элементов. Такое строение ее полностью определяется выбором сопоставимой классификации продуктов и отраслей и отнесением предприятия к той или иной отрасли по продукту, преобладающему в валовом выпуске. Этот принцип широко используется в экономической статистике. Его реализация приводит к тому, что диагональные элементы в матрице выпуска оказываются преобладающими. Причем можно отметить одну важную закономерность: чем выше уровень специализации предприятий, тем ближе матрица выпуска к диагональной. Таким образом, число и величина недиагональных элементов в матрице выпуска дают представление о степени специализации отраслей.

Найденная зависимость (6-1-а) может успешно использоваться и для обратного перехода от технологических отраслей к обычным. Такой переход крайне необходим для доведения плановых заданий до предприятий. Здесь нужно только задать структуру производства каждого продукта всеми отраслями. Основой этого перехода служат коэффициенты специализации отраслей

$$s_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sum_j v_{ij}}. \tag{6-3}$$

Они характеризуют удельный вес каждой отрасли в производстве любого продукта. Планируя то или иное изменение этих коэффициентов, мы предопределим тем самым отраслевую структуру.

Практическое проведение расчетов по межотраслевому балансу на основе схемы «Поставки—выпуск» связано с преодолением некоторых трудностей, вызванных тем, что в действительности затраты на производство определенного продукта зависят от того, где он производится. Прежде всего здесь сказывается влияние масштаба производства на величину затрат, типичное для большинства отраслей. Вторая причина, обусловливающая эту зависимость,— неодинаковая технология. Все эти различия не принимаются во внимание, когда мы ставим задачу перейти от баланса по схеме «Поставки—выпуск» к обычному межотраслевому балансу. Наконец, третья причина заключается в том, что показатели, используемые в балансе, являются агрегатами разной структуры.

В силу трех названных причин матрица A по своему смыслу будет матрицей оценок коэффициентов прямых затрат. Эффективность этих оценок в существенной мере зависит от вида матрицы V. Чем ближе эта матрица к диагональной, тем больше соответствуют оценки обычным коэффициентам прямых затрат. Отсюда вытекает одно практически важное правило: для перехода от баланса, построенного по схеме «Поставки—выпуск», к обычному межотраслевому балансу необходимо путем последовательного разукрупнения одних отраслей и агрегирования других добиться того, чтобы матрица выпусков была как можно ближе к диагональной. Частичное разукрупнение отраслей означает по существу переход к «чистым» отраслям. Таким образом, выясняется, что разработка баланса по схеме «Поставки—выпуск» в некоторых случаях требует использования принципа «чистой» отрасли.

Однако, если путем указанных преобразований и удалось привести матрицу V к требуемому виду, все же еще нельзя утверждать, что элементы матрицы A будут в точности равны коэффициентам прямых затрат. Многие элементы этой матрицы будут близки к коэффициентам прямых затрат, но некоторые элементы могут оказаться даже отрицательными.

Это объясняется тем, что недиагональные элементы матрицы V^{-1} оказываются отрицательными и при определенных условиях отрицательными будут элементы матрицы A. Наличие отрицательных элементов в матрице A экономически оправдано только в том случае, когда они соответствуют сопряженной продукции. Например, в колонке «Зерно» отрицательным будет элемент, характеризующий выпуск соломы. В этом случае появление отрицательных коэффициентов делает ненужным распределение затрат на продукцию совместного производства, что имеет большое значение для таких отраслей, как химия и сельское хозяйство.

Но это единственный случай, при котором отрицательный коэффициент прямых затрат оказывается полезным инструментом анализа. Во всех других случаях появление отрицательных коэффициентов прямых затрат ненормально. Они должны быть скорректированы.

Наиболее простой прием анализа заключается в том, что предполагается, будто какой-либо продукт «случайно» производится другой отраслью. Объем производства этого продукта в такой отрасли принимается равным нулю. Это аналогично отождествлению отрасли как группы предприятий с «чистой» отраслью.

Более совершенным является предварительное определение истинных значений хотя бы некоторых коэффициентов и уточнение на этой основе оценок остальных коэффициентов.

Метод, рассмотренный выше, позволяет учесть фактическую неоднородность структуры агрегатов, что проявляется, в частности, в различии коэффициентов затрат, соответствующих разным производственным способам. Тем самым появляется возможность использовать малые выборки для оценки значений коэффициентов прямых затрат.

Следующий важный вопрос, ответ на который дает применение данного метода, заключается в переходе от баланса, построенного по принципу «чистой» отрасли, к отраслям в их обычном понимании. Необходимость такого перехода вызвана техникой плановых расчетов. Дело в том, что использование принципа «чистой» отрасли позволяет обеспечить большую точность плана, однако при этом утрачивается адресность плановых заданий. Эта адресность будет восстановлена, если пересчитать плановые задания в соответствии с обычным определением отрасли.

Для осуществления такого перехода необходимо определить на плановый период матрицу выпусков V. Эта матрица проектируется на основе отчетных данных с учетом роста специализации производства. Расчет матриц A и V должен проводиться одновременно, так как они взаимообусловлены: изменения коэффициентов прямых затрат связаны со специализацией предприятия. Для изучения этого фактора можно наладить сбор соответствующей статистической информации, который позволит с помощью современных статистических методов рассчитывать значения коэффициентов прямых затрат.

Совместное определение матриц A и V дает возможность переходить от «чистых» отраслей к обычным отраслям через

$$Z = A \cdot V.$$

Тем самым ликвидируется одно из «узких мест» в использовании межотраслевого баланса.

ГЛАВА 7
ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ МОДЕЛИ

§ 1. Основные требования, предъявляемые к динамической межотраслевой модели

Главная особенность динамической межотраслевой модели состоит в наличии связей между различными этапами развития экономики, т. е. в обусловленности развития народного хозяйства в t-м году состоянием хозяйства в $t-1$-м году. Такой подход позволяет высказать мнение о том, что для описания модели перспективного планирования и расчетов на ее основе целесообразно использовать динамическое программирование. Важнейшие черты динамического программирования как метода решения различных задач сводятся к следующему:

1) вся задача разбивается на ряд этапов; в данном случае таким этапом является год;

2) расчеты выполняются от последнего этапа к первому (строится «условно-оптимальное управление»), а затем в обратном порядке — от первого этапа к последнему. Это значит, что вначале формулируется цель, которую необходимо достигнуть на последнем этапе, после чего для каждого из предыдущих этапов определяются условия (в данном случае — распределение ресурсов), которые приводят к реализации этой цели. Все расчеты подчиняются определенному критерию, например минимизации затрат.

Задачи планирования народного хозяйства, формулируемые в виде динамических межотраслевых моделей, имеют ряд особенностей, которые существенно упрощают задачу и позволяют решать ее более простыми методами математического программирования, в частности линейного. Эти особенности состоят в следующем:

1) производственные функции (функции затрат), используемые в таких моделях, являются неубывающими, иными словами, стоимость произведенной продукции не может быть меньше, чем издержки производства плюс прибыль;

2) распределение большинства ресурсов во времени, прежде всего природных ресурсов и рабочей силы, фиксируется до начала расчетов.

За последние годы предложено большое число различных динамических межотраслевых моделей, и их подробный обзор занял бы довольно много места. В таком обзоре нет необходимости еще и потому, что все динамические модели собраны из весьма узкого набора элементов. Поэтому мы ограничимся тем, что назовем эти элементы и укажем различные технические возможности для их определения.

Следует отметить, что принципиальная схема динамической межотраслевой модели будет существенно зависеть от того, является ли она балансовой моделью или моделью оптимизации. Дело в том, что модели оптимизации имеют степени свободы, а балансовые модели их не имеют. Естественно, что чем больше степеней свободы в данной модели, тем больший интерес представляет она с точки зрения оптимизации.

Разработка динамических межотраслевых моделей началась с динамических балансов с постоянными коэффициентами. В качестве примера можно привести модели В. Леонтьева [25] и Б. Михалевского [30]. В первой из них используются линейные дифференциальные уравнения, а во второй — конечно-разностные уравнения. Недавно появились работы, в которых вводится закон изменения коэффициентов во времени. Это работы А. Картер [57] и К. Элмона [51].

Примером динамических моделей, составленных в терминах оптимального программирования, являются работы Л. В. Канторовича [14], Б. Н. Михалевского [29], А. Лашчака [23]. Главнейшей особенностью этих моделей является формулирование цели экономического развития в виде критерия оптимальности. Для этого класса моделей характерно использование переменных коэффициентов и включение ограничений ресурсов.

Для описания развития социалистической экономики наибольший интерес представляют именно модели данного типа. Это связано с существованием критерия развития социалистического общества, сформулированного Программой КПСС.

Исследования балансовых моделей, основанных на использовании постоянных коэффициентов, показали, что они мало пригодны для построения перспективных планов. Это вызвано тем, что для таких моделей нельзя получить устойчивую систему цен, так как они обладают двойственной неустойчивостью. Двойственная неустойчивость состоит в том, что либо валовые выпуски будут устойчивыми, а о. о. оценки неустойчивыми, либо наоборот.

Эта теорема была доказана Юргенсеном [69]. Эти же выводы содержатся в работах А. Лащчака и Б. Михалевского.

Устойчивость решения в плане развития экономики означает, что небольшие изменения в фонде личного и общественного потребления не нарушают найденное решение.

Двойственная неустойчивость, присущая простым балансовым моделям, еще больше подчеркивает преимущества моделей, сформулированных в терминах оптимального планирования: для них эта проблема не существует.

§ 2. Элементы динамической модели

Динамическая межотраслевая модель развития народного хозяйства состоит в основном из тех же элементов, что и статическая модель. Эти элементы таковы:

1) блок формирования нормативов затрат (предметов труда);

2) блок формирования конечного потребления;

3) блок формирования нормативов трудоемкости и потребности в основных фондах;

4) блок ресурсов;

5) баланс денежных доходов и расходов.

Каждый из названных блоков совпадает с соответствующим разделом межотраслевого баланса. Правда, четвертый блок соответствует забалансовой матрице ресурсов. Таким образом, по своему внешнему строению динамическая схема почти ничем не отличается от статической.

Действительные различия между этими схемами лежат глубже. Они заключаются прежде всего в различном строении первого и третьего блоков. В статическом балансе каждый из этих блоков представлен коэффициентами затрат.

В динамической модели элементы этих блоков задаются как функции времени. Это относится прежде всего к элементам первого блока.

Различие между самими динамическими моделями связано с техникой разработки отдельных блоков. Здесь сразу необходимо указать на два возможных направления, которые были исследованы ранее. Первое, наиболее разработанное направление, основано на предположении о линейности производственных функций. Второе направление считает эти зависимости нелинейными. Однако в связи с тем что расчеты по нелинейным моделям сопряжены с весьма серьезными трудностями, возникает настоятельная потребность в сведении нелинейных связей к линейным, и модель в конце концов строится как линейная.

Предложенные динамические модели различаются между собой главным образом техникой разработки отдельных блоков, так как модели оптимального программирования допускают выполнение расчетов при различных критериях оптимальности. Эти различия связаны с определением закона изменения коэффициентов во времени. С этой точки зрения можно указать на следующие возможности:

отраслевые нормативы задаются неизменными для всех периодов;

коэффициенты задаются для каждого периода отдельно;

указывается закон образования среднеотраслевых нормативов по мере развития экономической системы.

Первый подход — самый примитивный и в настоящее время практически не используется. Второй подход не является достаточно гибким, так как для определения среднеотраслевых нормативов необходимо предопределить техническую политику в каждой отрасли на весь плановый период. Наиболее совершенным является третий путь. Его разработка также может вестись по нескольким направлениям:

коэффициенты могут определяться как функция времени на основе уравнений регрессии

$$a_{ij}(t) = \bar{\alpha}_{ij}t^3 + \bar{\beta}_{ij}t^2 + \bar{\gamma}_{ij}t + \varepsilon_{ij}, \quad (7\text{-}1)$$

где $\bar{\alpha}_{ij}$, $\bar{\beta}_{ij}$, $\bar{\gamma}_{ij}$; ε_{ij} — константы, определяемые на основе статистической обработки материалов;

изменения коэффициентов определяются исключительно удельным весом новых предприятий в отрасли. Это приводит к методу «лучшей практики», предложенному Э. Картер [57];

изменение коэффициентов определяется структурой отрасли, т. е. наличием предприятий разной мощности. В этом случае наиболее полно учитывается экономия от укрупнения масштабов производства, с которой тесно связаны и ввод новых предприятий и реконструкция уже действующих. Подобная модель предложена Л. В. Канторовичем [14].

Сравнив между собой три возможных альтернативы, нетрудно прийти к выводу о том, что наиболее содержательным является определение коэффициентов затрат в зависимости от структуры отрасли. Реализация этого принципа означает, что каждая отрасль представляется как линейная комбинация организационно-технологических способов. Причем каждый такой способ соответствует строго определенным масштабам производства, скажем, мелким, средним, крупным и крупнейшим предприятиям.

Такое выделение способов позволяет учесть зависимость нормативов от масштабов производства и обойти в известных пределах проблему нелинейности. Этот подход важен прежде всего потому, что себестоимость и капиталоемкость продукции изменяются в противоположных направлениях в зависимости от изменения масштабов производства. Поэтому при решении динамической задачи в такой постановке можно найти оптимальный уровень капиталовложений в каждую из отраслей.

Каждый организационно-технологический способ характеризуется следующими параметрами:

a_{ij}^{s} — коэффициенты прямых затрат;

a_{dj}^{s} — коэффициенты дохода населения, связанного с этим способом;

ϕ_{ij}^s — коэффициенты использования основных фондов;

r_{ij}^s — коэффициенты потребности в ресурсах.

При такой постановке среднеотраслевые коэффициенты будут равны

$$a_{ij} = \sum_s a_{ij}^s h_j^s; \quad h_j^s \geqslant 0; \ \sum_s h_j^s = 1.$$

Изменение коэффициентов во времени будет определяться изменением структуры отрасли, которая в свою очередь зависит от выделенных ей ресурсов.

Теперь можно записать уравнения модели:
баланс продукции

$$\sum_s X_i^s(t) = \sum_{j,s} a_{ij}^s X_j^s(t) + p_i D(t) + \sum_{\tau=1}^{t} \sum_{j,s} b_{ij}^s(\tau) Y_j^s(\tau) + \\ + c_i(t) + \beta_i + \gamma_i(t) \ (i = 1, 2, \ldots, n), \qquad (7\text{-}2)$$

где $D(t)$ — расходы на потребление населения в году t.

Функция $p_i D(t)$ характеризует распределение общей суммы потребительских расходов на приобретение отдельных товаров. Такие функции определяются при действующей системе розничных цен. В этом уравнении p_i — коэффициент склонности к потреблению продукции отрасли i, β_i — постоянная в функции потребления продукции отрасли i, т. е.

$$p_i(D(t)) = p_i D(t) + \beta_i \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \qquad (7\text{-}3)$$

$\gamma_i(t)$ — задаваемый объем прочего непроизводственного потребления.

Общий объем расходов на потребление увязывается с денежными доходами уравнением

$$\sum_{j,s} a_{dj}^s X_j^s(t) - \alpha(t) D(t) = 0. \qquad (7\text{-}4)$$

Здесь a_{dj}^s — доходы населения, связанные со способом s в отрасли j. Они включают доходы не только занятых в самой отрасли, но и доходы населения, занятого в непроизводственной сфере и обслуживающего данную отрасль. Коэффициент $\alpha(t)$ характеризует отношение расходов на потребление к общей сумме доходов. Он рассчитывается вне динамической модели на основе баланса денежных доходов и расходов населения на перспективу.

$Y^s_j(\tau)$ — производственные мощности способа s в отрасли j, создание которых начинается в году τ, а ввод в действие — в году $\tau+k$. Число лет k характеризует временной разрыв, лаг, между вводом производственных мощностей и началом их создания.

$b^s_{ij}(\tau)$ — коэффициент удельных капитальных затрат на единицу прироста продукции в году τ. Затраты по сооружению предприятий распределяются во времени так, что первые n компонент этого вектора относятся к затратам первого года, компоненты с $n+1$ до $2n$ — к затратам второго года и т. д. Распределение затрат по периодам должно проводиться на основе определения оптимальных сроков строительства типовых объектов.

Весь вектор, характеризующий создание новых производственных мощностей, будет иметь следующий вид:

$$\Big[\underbrace{-b^s_{11}(1), -b^s_{21}(1), \ldots, -b^s_{n1}(1), -b^s_{11}(2), \ldots, -b^s_{n1}(\tau);}_{\text{затраты на создание и поддержание мощностей по периодам}}$$

$$\underbrace{f^s_{11}(k), f^s_{21}(k), \ldots\Big].}_{\substack{\text{ввод производственных мощ-}\\ \text{ностей и их наличие в после-}\\ \text{дующие годы}}}$$

Коэффициенты b^s_{ij} даны со знаком минус, так как они характеризуют затраты продукции, которые имеют тот же знак. Для простоты предполагается, что производственные мощности имеют ту же структуру, что и основные фонды.

Коэффициенты $f^s_{ij}(k)$ характеризуют структуру вводимых в году k производственных мощностей способа s отрасли j.

Процесс использования новых капиталовложений протекает следующим образом. С момента t_1 начинается ввод первой очереди объекта. В год t_2 вводится вторая очередь и т. д., пока в году t_k производственные мощности не будут освоены полностью. При этом важно иметь в виду, что коэффициенты f^s_{ij} определяются с учетом коэффициентов используемого ввода.

Эти коэффициенты необходимы потому, что количество основных фондов в физическом исчислении отличается от наличия основных фондов в среднегодовом исчислении. Предположение о том, что все фонды вводятся лишь 1 января (и выбывают 31 декабря), слишком нереалистично. В результате отказа от этой предпосылки между среднегодовым и фактическим приростом фондов появляется серьезное различие, определяемое тем, что вновь вводимые фонды действуют лишь часть года. Для того чтобы перейти от фактического ввода к среднегодовому, нужно рассчитать специальный коэффициент.

Возьмем трехлетний период. Можно считать, что за это время совершаются поставка, монтаж и экономическое освоение каждого вида основных фондов. Внутри этого периода выделим отдельные месяцы. Если обозначить фактический ввод основных фондов в месяц через $\lambda_{\bar{k}}$, то максимально возможный ввод основных фондов будет равен $36\Sigma\lambda_{\bar{k}}$.

Фактический ввод фондов за это время будет равен

$$\sum_{\bar{k}=1}^{36}(36-\bar{k})\lambda_{\bar{k}},$$

где $\bar{k}$ — номер месяца, в котором вводится данный вид основных фондов.

Таким образом, коэффициент использования годового ввода

$$\mu=\frac{\sum\limits_{\bar{k}=1}^{36}(36-\bar{k})\lambda_{\bar{k}}}{36\,\Sigma\,\lambda_{\bar{k}}}. \qquad (7\text{-}5)$$

Предположим теперь, что ввод в действие основных фондов осуществляется равномерно в течение всего периода. Пусть каждый месяц вводится по 10 ед., а всего — 360 ед. Коэффициент используемого ввода составит

$$\frac{10\cdot\Sigma\bar{k}}{36\cdot 360}=0{,}51.$$

Учитывая, что новые мощности вводятся преимущественно во второй половине года, часто в IV квартале, необходимо отметить, что на самом деле этот коэффициент меньше 0,5.

Данный расчет проведен при следующих предположениях:

1) размеры незавершенного производства в начале и конце периода приняты неизменными;

2) ввод каждого вида основных фондов осуществляется всегда в одно и то же число каждого месяца.

Принятие этих предположений не ведет к появлению значительных ошибок и одновременно сильно упрощает вычисления. Предпосылка о равномерности ввода внутри рассматриваемого периода позволяет отказаться от учета времени оборота основных фондов, что также упрощает расчеты.

Следующая проблема, связанная с отражением капитальных вложений, заключается в учете возмещения выбытия основных фондов. Необходимость учета выбывших основных фондов в динамической модели определяется прежде всего той ролью, которую играет этот процесс в народном хозяйстве. В настоящее время в СССР примерно пятая часть всех капитальных вложений направляется только на возмещение выбывающих основных фондов.

Величину выбытия основных фондов в динамической модели целесообразно разделить на две составляющие. Первая составляющая относится к выбытию и возмещению основных фондов, имевшихся на начало планового периода. Вторая составляющая относится к возмещению основных фондов, вводимых в плановом периоде и выбывающих в этом же периоде. Естественно, что чем продолжительнее плановый период, тем больше будет удельный вес второй составляющей.

Решение этой задачи рассмотрим на следующем примере. Пусть на начало планового периода в какой-либо отрасли имеются основные фонды вида I—100 ед., вида II — 50 ед. и вида III — 40 ед. Среднегодовые нормы выбытия[1] равны соответственно 8%, 4% и 2%, а коэффициент используемого ввода — 0,5.

---

[1] При более строгом подходе вместо среднегодовых норм выбытия вводятся коэффициенты выбытия по годам, скажем, первый год — 20%, второй — 60, третий — 20%.

По данным табл. 7-1 нетрудно определить мощности в физическом исчислении[1], вводимые взамен выбывающих, а по данным табл. 7-2 — заменяемые производственные мощности в среднегодовом исчислении.

Таблица 7-1

Наличие основных фондов по годам и их выбытие

Виды основных фондов	Начало планового периода	1-й год		2-й год		3-й год		4-й год	
		наличие	выбытие	наличие	выбытие	наличие	выбытие	наличие	выбытие
I	100	92	8	85	7	78	7	72	6
II	50	48	2	46	2	44	2	43	1
III	40	39	1	38	1	37	1	36	1

Таблица 7-2

Заменяемые мощности

Виды основных фондов	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год
I	4,0	3,5	3,5	3,0
II	1,0	1,0	1,0	0,5
III	0,5	0,5	0,5	0,5

Основные фонды, вводимые в году k взамен выбывающих, сами начнут выбывать, начиная с года $k+l$, и для них можно построить такую же таблицу. Это же правило применяется на третьем шаге к основным фондам, заменяющим основные фонды, введенные на втором шаге, и т. д. Замена фондов, имевшихся на начало планового периода и выбывающих в течение этого периода, учитывается в модели с помощью постоянной $c_i(t)$.

Данный расчет основан на предположении о неотрицательности приростов продукции в плановом периоде. Если же допускается уменьшение объемов производства в какой-либо отрасли, требуется видоизменить модель,

[1] Из-за того что выбытие оборудования происходит порциями, т. е. выбывает станок, а не его часть, коэффициент используемого ввода будет отличаться от 0,5, но этим различием мы пренебрегаем.

так как в этом случае появляется проблема необратимости вложений [25]. Дело в том, что некоторые отрасли в перспективе могут иметь отрицательные приросты, т. е. сокращаться. Тогда часть основных фондов, ранее используемых в такой отрасли, окажется свободной и может рассматриваться как ресурсы для других отраслей. Однако на самом деле их последующее использование в других отраслях не всегда возможно. Так, трудно найти какое-либо иное применение для угольных шахт, кроме добычи угля.

Эта особенность динамической схемы особенно очевидна в том случае, когда неизвестными являются приросты продукции. Одно из возможных решений состоит, в частности, в том, чтобы при определении потребности в основных фондах учитывать лишь неотрицательные приросты.

Итак, возмещение выбытия основных фондов, имевшихся на начало планового периода, определяется при постановке задачи и включается в уравнения как часть конечного потребления. В том же случае, если в плановом периоде предвидится сокращение производства в какой-либо отрасли, необходимо учесть это в ограничениях модели, а при определении потребности в основных фондах учитывать лишь положительные приросты.

Иначе учитывается возмещение основных фондов, которые вводятся и выбывают в плановом периоде. Пусть новое предприятие отрасли j полностью вводится в строй в году $\tau+k$. Основные фонды этого предприятия обозначаются ${}^{\tau+k}f_{ij}^{s}$. Эти виды основных фондов начнут выбывать с года $\tau+k+l$. Пусть для каждого вида основных фондов известен закон выбытия в виде вектора

$$Q_i\,({}^1q_i;\ {}^2q_i,\ \ldots,\ {}^{\tau}q_i).$$

Каждая компонента этого вектора характеризует долю основных фондов, выбывающих через l лет после их ввода, так что $\sum\limits_{l}^{T}{}^{l}q_i=1$. Очевидно, что $\Phi_i\,(\tau)\ \ Q_i(\tau)$ показывает количество основных фондов вида i, введенных в строй в году $\tau+k$ и выбывающих в году $\tau+k+l$. Таким образом, для того чтобы производственные мощности, введенные в году $\tau+k$, поддерживались на неизменном уровне, необходимо предусмотреть возмещение выбывающих основных фондов, начиная с года $\tau+k+l$. Эти величины будут равны[1]

$$^{\tau+k+l}b_{ij}^{s} = -{}^{\tau+k}f_{ij}^{s} \cdot {}^{l}q_{i}.$$

В результате затраты на создание и поддержание новых производственных мощностей будут характеризоваться вектором

$$y_j = \left(-{}^{\tau}b_{ij}^{s};\ -{}^{\tau+k}f_{ij}^{s} \cdot {}^{l}q_{i};\ {}^{\tau+k}f_{ij}^{s}\right),$$

где ${}^{\tau}b_{ij}^{s}$ — капитальные вложения в создаваемые мощности;

${}^{\tau+k}f_{ij}^{s} \cdot {}^{l}q_{i}$ — капитальные вложения на поддержание мощностей, начиная с года $\tau+k+l$;

${}^{\tau+k}f_{ij}^{s}$ — мощности, используемые в году $\tau+k$ (в среднегодовом исчислении).

Следовательно, строительство нового предприятия порождает потоки капитальных вложений, направленных на поддержание вводимых мощностей. Этот поток начинается спустя некоторое время после ввода в строй нового предприятия и продолжается до тех пор, пока оно будет существовать. То обстоятельство, что эти капиталовложения финансируются за счет амортизационного фонда, не играет здесь существенной роли.

Выяснив вопрос о том, как отражаются в модели капитальные вложения и прирост основных фондов, можно записать уравнение баланса основных фондов:

$$\sum_{j,s} \phi_{ij}^{s}(t)\, X_j^s(t) \le \sum_{\tau=\tau+k}^{t} \sum_{j,s} f_{ij}^{s}(\tau)\, Y_j^s(\tau) + \Phi_i(t)\ (i=1, 2, \ldots, n). \tag{7-6}$$

Левая часть уравнения характеризует потребность в основных фондах. В правой части показан ввод основных средств за период t в среднегодовом исчислении. Выражение $\Phi_i(t)$ указывает на основные фонды, перешедшие с начала планового периода (предполагается, что приросты валовых выпусков неотрицательны).

---

[1] Эта запись предполагает, что затраты на возмещение выбывающих фондов и само возмещение производятся в одном и том же году.

Помимо баланса основных фондов, целесообразно ввести в модель еще ряд ограничений, связывающих прирост продукции, достигнутый организационно-технологическим способом s, с введением новых мощностей для производства продукции тем же способом. Для построения этих уравнений в качестве коэффициентов используются показатели средней фондоемкости. Уравнения имеют вид:

$$\bar{\varphi}_j^s(t) X_j^s(t) - \bar{\varphi}_j^s(t-1) X_j^s(t-1) = f_j^s(t-k) Y_j^s(t-k), \quad (7\text{-}7)$$

где $\bar{\varphi}_j^s$ и f_j^s — соответственно средние коэффициенты фондоемкости и ввода производственных мощностей.

Распределение ресурсов в модели выражается неравенством

$$\sum_{s,\,j} r_{hj}^s X_j^s(t) \leqslant R_h(t) \quad (h = 1, 2, \ldots, u). \quad (7\text{-}8)$$

Переменные модели должны быть неотрицательными

$$X_j^s(t) \geqslant 0; \quad D(t) \geqslant 0; \quad Y_j^s(t) \geqslant 0. \quad (7\text{-}9)$$

Таковы ограничения динамической модели. Схема (рис. 4) дает наглядное представление о структуре самой модели для трех лет. На схеме заштрихованы участки, которые заняты коэффициентами модели, и показаны связи между переменными и ограничениями. Эти связи таковы:

объемы производства увязываются с балансами продукции;

потребление населения увязывается с его денежными доходами;

капиталовложения (прирост мощностей) увязываются с балансом основных фондов, а прирост производства, достигнутый каждым способом,— с капитальными вложениями.

Свободными членами в балансе продукции являются:

капиталовложения для поддержания начальных производственных мощностей;

постоянные в функции потребления;

прочее непроизводственное потребление (общественные фонды, капиталовложения в непроизводственную сферу, государственные расходы на оборону, управление и т. д.).

Эта схема может видоизменяться в результате введения упрощающих предпосылок. Если не учитывать связи между приростом продукции и приростом вложе-

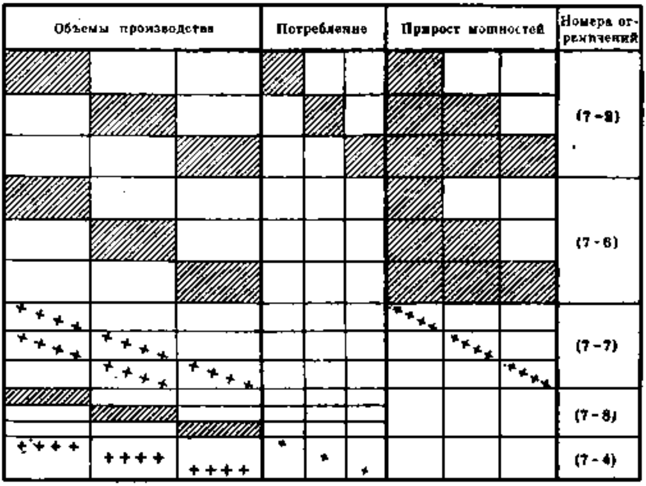


Рис. 4

ний, то становится излишним уравнение (7-7). Отказ от учета временных различий между капитальными вложениями и приростом мощностей делает излишним уравнение (7-6). Такие модели предложены, например, В. Леонтьевым и Б. Михалевским.

Очень часто в разных динамических моделях задается структура личного потребления. Тогда оказывается излишним уравнение (7-4), а вместо $p_i D(t)$ в уравнении появляется константа, характеризующая часть конечной продукции, идущей на личное потребление.

Отказ от учета изменения структуры личного потребления в модели связан главным образом с тем, что эти зависимости часто оказываются нелинейными.

Кроме того, нахождение таких зависимостей является трудной статистической задачей. Однако не все авторы разделяют эту точку зрения. Так, А. А. Конюс [17] предложил модель, в которой функция $p_i D(t)$ линейная.

При рассмотрении модели необходимо остановиться на проблеме выбора продолжительности планового периода. В самом деле, развитие производства, описываемое динамической моделью для каждого предыдущего года, зависит от развития производства в последующие годы. Однако при фиксированной продолжительности планового периода (скажем, 1966—1970 гг.) неясно, чем будет определяться развитие производства по крайней мере в 1970 г.

Для преодоления этой трудности целесообразно выбрать продолжительность планового периода несколько большей, чем это диктуется условиями задачи, т. е. решать ее, например, для 1966—1973 гг. Три последних года необходимы для обоснования развития экономики в 1970 г.

Одним из способов решения этой проблемы является предположение А. А. Конюса [17] о том, что развитие отраслей в послеплановом периоде будет происходить теми же темпами, что и в конце периода. Для этого А. А. Конюс предложил рассчитывать приросты валовых выпусков (производственных мощностей) отраслей в послеплановом периоде по параболе второго порядка:

$$X(t+1) = X(t) + 2\Delta X(t, t-1) - \Delta X(t-1, t-2),$$

$$X(t+2) = X(t) + 3\Delta X(t, t-1) - 2\Delta X(t-1, t-2),$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$X(t+k) = X(t) + (1+k)\Delta X(t, t-1) - k\Delta X(t-1, t-2),$$

где ΔX — прирост валовых выпусков в соответствующем году.

Статистические исследования показывают, что парабола второго порядка является хорошей моделью для выравнивания эмпирических распределений самой различной природы. Поэтому нет никаких серьезных оснований для того, чтобы считать этот метод неприменимым для данного случая.

§ 3. Динамическая модель как задача оптимального планирования

Динамическая модель, рассмотренная выше, записывается так:

$$\sum_s X_i^s(t) - \sum_{s,\,j} a_{ij}^s X_j^s(t) - p_i D(t) -$$

$$-\sum_{\tau}\sum_{j,\,s} b_{ij}^s(\tau)\, Y_j^s(\tau) - F_i(t) = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \quad (7\text{-}2)$$

$$\sum_{s,\,j} \varphi_{ij}^s(t)\, X_j^s(t) - \sum_{\overline{\tau}}\sum_{s,\,j} f_{ij}^s(\overline{\tau})\, Y_j^s(\overline{\tau}) \leqslant \Phi_i(t), \quad (7\text{-}6)$$

$$\overline{\varphi}_j^s(t)\, X_j^s(t) - \overline{\varphi}_j^s(t-1)\, X_j^s(t-1) = f_j^s(t-k)\, Y_j^s(t-k), \quad (7\text{-}7)$$

$$\sum_{s,\,j} r_{hj}^s X_j^s(t) \leqslant R_h(t) \quad (h = 1, 2, \ldots, u), \quad (7\text{-}8)$$

$$\sum_{s,\,j} a_{dj}^s X_j^s(t) - \alpha(t)\, D(t) = 0, \quad (7\text{-}4)$$

$$X_j^s(t) \geqslant 0;\ D(t) \geqslant 0;\ Y_j^s \geqslant 0. \quad (7\text{-}9)$$

Число неизвестных в этой задаче следующее:

$X_j^s(t)$ — объемы производства по годам — $n_1 \cdot t$;

$D(t)$ — расходы на потребление — t;

$Y_j^s(t)$ — приросты производственных мощностей по годам — $n_1 \cdot t$.

Всего переменных — $(2n_1+1)\,t$, где n_1 — число организационно-технологических способов. Число ограничений в модели: балансов продукции — nt; балансов основных фондов — $nt+n_1t$; балансов ресурсов — ut; балансов доходов и расходов — t; всего ограничений — $(2n+u+n_1+1)\,t$.

Если неравенства преобразовать в равенства, введя дополнительные переменные, характеризующие недоиспользование имеющихся ресурсов, то общее число переменных увеличится до $(2n_1+n+u+1)\,t$ и число степеней свободы составит

$$(2n_1 + n + u + 1)\,t - (2n + u + n_1 + 1)\,t = (n_1 - n)\,t.$$

Таким образом, в том случае, если в каждой отрасли вводится несколько способов $n_1 > n$, то модель может быть решена только методами математического программирования, так как в этом случае необходимо в каждом году выбирать между организационно-технологическими способами каждой отрасли. Если же каждая отрасль представлена только одним способом, то модель превращается в обычный динамический межотраслевой баланс.

Небольшое число степеней свободы, которыми обладает модель, объясняется в первую очередь тем, что по основным фондам введены сразу две системы ограничений — (7-6), характеризующая структуру основных фондов каждой отрасли, и (7-7), связывающая прирост продукции отрасли с приростом ее производственной мощности. Одно из этих уравнений может быть опущено. Если модель разрабатывается преимущественно в натуральных показателях, то целесообразно опустить (7-7), так как для исчисления среднеотраслевых коэффициентов фондоемкости необходимо использовать существующую систему цен.

Опустив одну из названных систем уравнений, можно существенно увеличить число степеней свободы модели. Для ее решения потребуется использовать аппарат математического программирования. В данной постановке задачи — это линейное программирование.

Постановка задачи оптимального планирования неразрывно связана с выбором критерия оптимальности. Если исходные данные задачи сравнить с корпусом корабля, а ЭВМ — с двигателем, то тогда компасом такого корабля будет критерий оптимальности. Неправильный выбор критерия оптимальности равносилен порче компаса. Лишенный его, наш экономический корабль обречен носиться по волнам океана случайностей.

Эта аналогия позволяет наглядно представить сложность проблемы, с которой столкнулись сейчас экономисты. Достаточно сказать, что до сих пор отсутствует стройная экономическая теория, определяющая правила построения критериев оптимальности.

Выбор критерия оптимальности несколько облегчается, если исходить из заданных ресурсов и тем самым требовать максимизации какого-либо синтетического народнохозяйственного показателя, характеризующего уровень экономического развития, в конечном счете — благосостояние членов общества.

Конечной целью социалистического производства является удовлетворение потребностей общества. «Обеспечить непрерывный прогресс общества, предоставить каждому члену общества материальные и культурные блага по его растущим потребностям, индивидуальным запросам и вкусам — такова цель коммунистического производства»,— указывается в Программе КПСС. Поэтому критерием оптимальности следует взять максимум фонда потребления. При заданных ценах и уровнях оплаты труда этот критерий эквивалентен максимуму среднедушевого дохода. Такое решение не вызывает сомнений, если рассматривать задачу перспективного планирования, отвлекаясь от неблагоприятного влияния внешнеполитических факторов.

Б. Н. Михалевский [30] считает, что в современных условиях задача социалистической экономики заключается в максимально быстром развитии, в максимальном выигрыше времени. Это приводит к фиксированию потребления на определенном уровне и максимизации накопления, что эквивалентно максимизации темпов роста (расходы на оборону во всех случаях считаются известными).

Таковы две альтернативы, два возможных критерия развития — либо максимизация потребления, либо максимизация накопления. Естественно, что можно предложить и линейную комбинацию данных критериев.

Выбор в качестве критерия оптимальности максимума потребления выдвигает проблему взвешивания потребления, относящегося к разным моментам времени.

Сложность этой задачи определяется в первую очередь тем, что для общества далеко не безразлично, какими темпами будет увеличиваться потребление в отдельные годы.

Вторая сторона этой задачи заключается в том, что при использовании линейных моделей, в которых критерием оптимальности является максимум потребления, этот максимум достигается лишь в последние годы планового периода, а в первые годы экономика будет усиленно наращивать производственные мощности. Такое решение очевидно. Однако очевидность этого решения отнюдь не исключает необходимость его исправления, чтобы обеспечить высокий уровень потребления не только в конце планового периода, но и на всем его протяжении.

Другой подход к этой проблеме тесно связан с задачей о приведении затрат к одному моменту времени, которая используется при планировании капитальных вложений. По существу это две стороны одного и того же явления — в нашем случае речь идет о приведении к одному моменту времени результатов развития экономики (уровень потребления), а в планировании капитальных вложений — о приведении затрат.

Для приведения уровней потребления в различные годы к одному моменту времени используется весовая функция, предложенная В. Ф. Пугачевым[1]. Весовая функция представляет собой норматив типа процента и выражает ту минимальную сумму, ради которой общество в текущем году готово отказаться от потребления, скажем, 100 руб., с тем, чтобы израсходовать ее на потребление в следующем году. Если эта сумма равна 108 руб., то норматив будет равен 8%. Обозначим весовую функцию через ρ_t.

Очевидно, что если в качестве критерия оптимальности выбрать максимум фонда потребления на последний год, то уже не потребуется взвешивать доходы во времени. Сейчас еще не представляется возможным ответить на вопрос о том, какой критерий более предпочтителен — интегральный, за весь период, или моментный. Ясно, что применение интегрального критерия позволяет лучше задать условия хозяйственного развития, тогда как применение моментного критерия — максимум потребления на конец планового периода — приведет к такому режиму развития, при котором уровень потребления в промежуточные годы будет невысоким. В этом случае критерий оптимальности будет соответствовать максимальному выигрышу времени.

Максимизация объема потребления допускает различные способы учета потребности в отдельных продуктах. Некоторые экономисты считают, что для этого достаточно запланировать желаемую структуру потребления и установить определенную последовательность

---

[1] В. Ф. Пугачев. О критерии оптимальности экономики. В сб. «Народнохозяйственные модели, теоретические вопросы потребления», Изд. АН СССР. М., 1963.

в удовлетворении потребностей. Такая точка зрения наиболее отчетливо сформулирована Б. М. Смеховым [38].

Согласно другой точке зрения устанавливается распределение доходов на потребление отдельных товаров на основе изучения того, как ведет себя масса потребителей. Такой подход имеет несомненное преимущество перед первым, поскольку он основывается на изучении действительного поведения людей. Этой точки зрения придерживаются Л. М. Дудкин [11] и А. А. Конюс [17].

§ 4. Объективно обусловленные оценки в динамической модели

Задачу перспективного планирования, сформулированную выше, запишем в двойственной форме.

Обозначим:

$\pi_i^1(t)$ — о. о. оценки производимой продукции;

$\pi_i^2(t)$ — о. о. оценки основных фондов i-го вида;

$\pi_{j_s}^3(t)$ — о. о оценки основных фондов, вложенных в s-й способ j-й отрасли;

$\pi_h^4(t)$ — о. о. оценки природных ресурсов и труда;

$\pi^5(t)$ — оценки денежных доходов.

С учетом введенных обозначений задача будет выглядеть так:

$$\sum_i \pi_i^1(t)\left(\delta_{ij} - a_{ij}^s\right) - \sum_i \pi_i^2(t)\,\phi_{ij}^s - \sum \pi_{j_s}^3 \bar{\varphi}_{j_s} -$$

$$- \sum_h \pi_h^4(t)\, r_{hj}^s - \pi^5(t) a_{dj}^s \geqslant 0, \qquad (7\text{-}10)$$

$$- \sum_i \pi_i^1(t)\, p_i + \pi^5(t)\, \alpha(t) = p_t, \qquad (7\text{-}11)$$

$$- \sum_{i,\tau} \pi_i^1(\tau)\, b_{ij}^s + \sum_{i,\tau} \pi_i^2(\tau)\, f_{ij}^s(\tau) + \pi_{j_s}^3(t)\, \bar{f}_j^s(t) \geqslant 0, \qquad (7\text{-}12)$$

$$\pi_i^1(t) \geqslant 0;\ \pi_i^2(t) \geqslant 0;\ \pi_{j_s}^3(t) \geqslant 0;\ \pi_h^4 \geqslant 0;\ \pi^5(t) \geqslant 0, \qquad (7\text{-}13)$$

$$\min \left[\sum_i \pi_i^1(t) F_i(t) + \sum \pi_i^2(t)\, \Phi_i(t) + \sum \pi_h^4(t)\, R_h(t) \right]. \qquad (7\text{-}14)$$

Требования неотрицательности в уравнениях означают, что затраты не могут превышать результаты, иными словами, убыточное производство столь же абсурдно, как и отрицательная цена [1].

Из теории линейного программирования известно, что неотрицательными будут о. о. оценки, которые соответствуют ограничениям прямой задачи, реализуемым как равенства. Ненулевые оценки получают те продукты и ресурсы, производство и потребление которых полностью определяется оптимальным планом. Ресурсы, имеющиеся в избытке, получают нулевые оценки.

Первая группа оценок $\pi_i^1(t)$ характеризует динамику оценок каждого вида продукции, производимого в системе, т. е. дает оценку эффективности продукции с точки зрения ее производства. Очевидно, что продукция, производство которой неэффективно, получает нулевую оценку.

Оценки второй группы $\pi_i^2(t)$ характеризуют эффективность применения данного вида продукции. Эти оценки определены только для элементов основных фондов. Для строго однородной продукции получим

$$\pi_i^1(t) \leqslant \pi_i^2(t). \tag{7-15}$$

Следовательно, оценка эффективности применения продукции не может быть ниже, чем оценка эффективности ее производства. В том случае, когда данное соотношение реализуется как строгое неравенство, необходимо увеличивать производство данной продукции. Увеличение производства продукции приведет к понижению оценки на нее до тех пор, пока между оценками не установится строгое равенство.

В состоянии равновесия получим

$$\pi_i^1(t) = \pi_i^2(t), \tag{7-16}$$

т. е. оценка эффективности производства продукции равна эффективности ее применения.

Третья группа оценок $\pi_{j_s}^3(t)$ характеризует эффективность капитальных вложений в s-й способ j-й отрасли. Последовательность оценок

$$\pi_{j_s}^3(1),\ \pi_{j_s}^3(2),\ \ldots,\ \pi_{j_s}^3(t) \tag{7-17}$$

---

[1] Очень часто убыточность предприятия связана с несовершенством системы цен. Для правильной же оценки затрат и результатов необходимо воспользоваться принципами оптимального планирования. Они хорошо изложены В. В. Новожиловым [34].

сходится к нормальной эффективности вложений перспективного плана[1]. Если плановый период выбран достаточно длительным, то для некоторого $t_h \gg t_0$ эффективность капитальных вложений по способам, вошедшим в оптимальный план, должна быть одинаковой.

Предположим противное. Это значит, что существуют способы, развитие которых более эффективно. Увеличив вложения в эти способы, получим новые, меньшие значения оценок. С помощью этого приема придем к состоянию равновесия, когда эффективность капитальных вложений во все отрасли станет одинаковой.

Из данного утверждения следует, что чем короче продолжительность планового периода, тем выше будет значение нормальной эффективности, т. е. нормальная эффективность капитальных вложений в текущем плане будет более высокой, чем в перспективном плане.

Четвертая группа оценок $\pi_h^4(t)$ характеризует динамику дифференциальной ренты на природные ресурсы. Среди них есть оценка, характеризующая дефицитность рабочей силы.

Пятая группа оценок $\pi^5(t)$ характеризует оценку доходов населения, относящихся к различным моментам времени. Если предположить, что доходы, относящиеся к различным моментам времени, должны обеспечивать равномерное удовлетворение потребностей, то

$$\pi^5(1) = \pi^5(2) = \ldots = \pi^5(t). \qquad (7\text{-}18)$$

Это равенство обеспечивается соответствующим выбором коэффициентов весовой функции. Отсюда вытекает, что для обеспечения равномерного роста потребления во времени, необходимо выбрать коэффициенты целевой функции таким образом, чтобы выполнялось равенство (7-18). Вторая возможность достижения этого равенства заключается в соответствующем подборе доли доходов, расходуемых на потребление.

[1] «В условиях ограниченности средств... существует определенная нормальная эффективность вложений. Если ею руководствоваться, т. е. осуществлять вложение, когда его эффективность превосходит нормальную, и отказываться от него, когда она ниже нормальной, то это приводит к оптимальному плану вложений».— Л. В. Канторович. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 177.

Рассмотрим теперь экономическое содержание уравнений двойственной задачи. Из уравнения (7-10) вытекает, что стоимость произведенной продукции в условиях оптимального плана распадается на следующие элементы:

1) $\Sigma\pi_i^1(t)\,a_{ij}^s$ — стоимость материальных затрат;

2) $\Sigma\pi_i^2(t)\,\phi_{ij}^s$ — прокатная оценка основных фондов. Она аналогична дифференциальной ренте II;

3) $\pi_{j_s}^3(t)\ \overline{\varphi}_j^s$ — отчисления от капитальных вложений (по своему экономическому смыслу эта величина аналогична проценту на капитал);

4) $\Sigma\pi_h^4(t)\,r_{hj}^s$ — дифференциальная рента I за использование ограниченных ресурсов;

5) $\pi^6(t)\,a_{dj}^s$ — необходимый продукт в ценах оптимального плана:

Показатели (2), (3) и (4) характеризуют распределение прибавочного продукта на три составляющих, соответствующих прокатной оценке использования различных видов основных фондов, проценту на используемые фонды и дифференциальной ренте I.

Сравним между собой показатели (2) и (3). Первый из них характеризует эффективность применения отдельных видов основных фондов в отрасли, точнее, тот эффект, который дает применение лучших видов основных фондов по сравнению с худшими, а второй — эффективность общей суммы вложений. Между этими показателями могут существовать следующие соотношения:

$\sum\limits_i\pi_i^2(t)\,\phi_{ij}^s > \pi_{j_s}^3\ (t)\,\overline{\varphi}_j^s$, что указывает на наличие «узких мест» в отрасли и необходимость дополнительных капиталовложений для их ликвидации;

$\sum\limits_i\pi_i^2\ (t)\ \phi_{ij}^s = \pi_{j_s}^3\ (t)\ \overline{\varphi}_j^s$ — равновесие (сумма эффективности отдельных видов основных фондов равна общему эффекту от капитальных вложений).

$\sum\limits_i\pi_i^2\ (t)\,\phi_{ij}^s < \pi_{js}^3\ (t)\,\overline{\varphi}_j^s$ — сумма эффективности отдельных видов основных средств меньше общего эффекта вложений. Это возможно в том случае, если отрасль широко использует нелимитированные основные фонды и в то же время осуществляет капитальные затраты. В сельском хозяйстве это соответствует случаю, когда хозяйство, не получающее дифференциальную ренту II или получающее ее в небольших размерах, делает новые капиталовложения.

Обратимся теперь к уравнению (7-11). Из него следует, что дополнительные расходы на потребление, вызванные приростом доходов, равны разности между о. о. оценкой расходов на потребление и нормой временно́го предпочтения, т. е.

$$\sum_{i} \pi_i^1(t)\, p_i = \pi^5(t)\, \alpha(t) - \rho_t .$$

Неравенство (7-12) показывает, что затраты на создание новых мощностей и их поддержание на неизменном уровне в течение всего планового периода $\sum_{\tau}\sum_{i}\pi_i^1(\tau)\, b_{ij}^s(\tau)$ не могут превышать эффекта их применения, который складывается из процента на основные фонды $\pi_{j_s}^3 \bar{\varphi}_j^s$ и прокатных оценок $\sum_{i,\tau}\pi_i^2(\tau)\phi_{ij}^s(\tau)$.

Выше было сказано, что одна из систем уравнений динамической модели может быть опущена для того, чтобы увеличить число степеней свободы. Посмотрим, как изменятся в этом случае оптимальный план и значения о. о. оценок.

Предположим, что исключен баланс основных фондов. Тогда количественное значение критерия оптимальности может только увеличиться. Результатом этого исключения будет также то, что из системы о. о. оценок выпадает группа $\pi_i^2(t)$. С экономической точки зрения это означает отказ от анализа прокатной оценки за продукцию, используемую в качестве элементов основных фондов[1]. В этом случае практически та же величина прибавочного продукта будет распределяться на плату за капитальные вложения и ренту. Поскольку плата за капитальные вложения будет включать и ту долю прибавочного продукта, которая воплощалась ранее в прокатных оценках, то ее величина возрастет.

---

[1] Если учесть, что в реальной модели продукция отрасли является сильно агрегированной величиной, то эта потеря будет незначительной.

Если же вместо системы уравнений (7-6) исключить систему уравнений (7-7), то часть прибавочного продукта за вычетом ренты будет представлена лишь прокатными оценками.

Проведенный анализ показал, что различия в выборе ограничений динамической модели не меняют характеристики оптимального плана и системы о. о. оценок. Во всех случаях речь идет о распадении стоимости на отдельные элементы и все различия сводятся только к системе показателей, в которых воплощаются отдельные элементы стоимости.

Нахождение о. о. оценок является могучим средством управления хозяйством. Рекомендуем читателям обратиться по этому вопросу к книгам лауреатов Ленинской премии Л. В. Канторовича [14] и В. В. Новожилова [34].

§ 5. Учет замещения ресурсов в динамической модели

Основным условием разработки экономико-математических моделей является их наиболее полное соответствие исследуемой экономической системе. Для динамической модели особую актуальность приобретает точное отражение изменений, происходящих по мере развития экономики. В настоящее время эти изменения описываются через замещение одного технологического способа другим. На этом, в частности, основано математическое программирование. С помощью этого метода можно описать изменение норм и связанное с ним замещение одного ресурса другим. Для этого каждая отрасль представляется в виде линейной комбинации организационно-технологических способов.

Такое представление структуры затрат в каждой отрасли основано на фиксировании ограниченного числа способов со строго определенной структурой затрат. Тогда среднеотраслевые нормы прямых затрат оказываются зависящими от количества ресурсов, выделенных для каждой отрасли, причем эта зависимость полностью определяется способами, заданными до решения задачи. Такой метод анализа, по нашему мнению, наиболее подходит к межотраслевым системам больших размеров, когда каждый из выделенных способов соответствует лишь другой технологии производства одного и того же продукта.

Иное положение наблюдается в межотраслевых системах малой размерности. В этом случае выделить способы уже значительно труднее, точное содержание каждого способа становится все более расплывчатым. Однако это обстоятельство не устраняет необходимости формирования норм в зависимости от количества имеющихся ресурсов. Для решения этой задачи при работе с агрегированными моделями используется уже другой аппарат — производственные функции.

Главная особенность производственной функции состоит в том, что с ее помощью можно установить достаточно простые зависимости между продукцией и ресурсами, необходимыми для ее производства. Аналитическое выражение производственной функции может быть самым различным, однако особенно часто используется так называемая функция Кобба — Дугласа:

$$P = A \prod_{i=1}^{s} R_i^{\alpha_i}; \ \alpha_i \geqslant 0; \ \sum_i \alpha_i = 1, \tag{7-19}$$

где P — продукция;

A — константа;

R_i — ресурс вида i, используемый в производстве;

α_i — эластичность выпуска продукции по ресурсу.

С помощью показателя эластичности устанавливается, какая часть прироста продукции обусловлена использованием данного ресурса. Обычно при использовании этой функции в качестве ресурсов выбираются основные фонды и рабочая сила. Тогда функция будет иметь вид:

$$P_j = A_j \Phi_j^{\alpha_j} T_j^{(1-\alpha_j)}, \tag{7-20}$$

где Φ_j — основные фонды отрасли j;

T_j — занятость в отрасли j.

Отметим одну особенность данной функции — ее способность легко учитывать замену одного ресурса другим. Так, одно и то же количество продукции P_0 может быть получено при разном количестве ресурсов.

Сказанное позволяет прийти к выводу о том, что для учета замещения ресурсов в агрегированных моделях необходимо к обычной межотраслевой модели добавить производственные функции. Такую схему предложил, в частности, К. Алмон [51]. Эта балансовая система с $n+1$ уравнением и $n+1$ неизвестным по своей структуре представляет собой динамическую модель В. Леонтьева [25], объединенную с производственной функцией Кобба—Дугласа.

Главным ограничением этой модели является требование полной занятости. Расчеты по модели ведутся методом последовательных приближений в связи с необходимостью свести некоторые из используемых зависимостей к линейным.

Подведем некоторые итоги. Построение динамической межотраслевой модели и нахождение оптимального перспективного плана развития народного хозяйства показывают, что этот план четко разделяется на два этапа. Первый этап соответствует переходному режиму от современного уровня развития экономики к оптимальному. Второй, последний этап соответствует состоянию равновесия экономики в оптимальном режиме развития.

Состояние равновесия в оптимальном плане характеризуется следующими условиями:

1) эффективность производства каждого вида продукции равна эффективности ее применения;

2) эффективность вложений во все отрасли равна нормальной эффективности вложений;

3) сумма эффективности отдельных видов основных фондов равна нормальной эффективности вложений.

Состояние равновесия в оптимальном плане может быть найдено только при том условии, если плановый период выбирается достаточно продолжительным, иначе оценки, найденные из оптимального плана, будут относиться лишь к части переходного процесса и не будут действительны в состоянии равновесия.

Нельзя сказать, достижимо ли состояние равновесия и как скоро оно может наступить. Если бы в настоящее время можно было точно рассчитать развитие технического прогресса, найти состояние равновесия было бы совсем нетрудно. Однако постоянные изменения, усовершенствования производства, которые иногда трудно даже предвидеть, приводят к постоянному изменению представлений о состоянии равновесия. Чем быстрее развивается экономика, тем чаще и сильнее меняются эти представления.

ОСОБЕННОСТИ РАЙОННЫХ И МЕЖРАЙОННЫХ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Региональные межотраслевые модели, и в первую очередь районные межотраслевые балансы, отличаются целым рядом особенностей по сравнению с общенациональными моделями. Эти особенности вызваны тем, что районные межотраслевые балансы являются одной из разновидностей частичных межотраслевых балансов, т. е. балансов, построенных для какой-либо отдельной части экономики. Различие между национальными и частичными балансами проявляется прежде всего в известной «неполноценности» коэффициентов полных затрат частичных балансов.

Районные межотраслевые модели делятся на два больших класса — районные и межрайонные модели. В настоящее время практическое применение нашли лишь районные модели. Что же касается межрайонных моделей, то по ним ведутся пока лишь теоретические исследования.

Первый районный межотраслевой баланс был разработан Муром и Петерсеном (США) для штата Юта [75]. В Италии районные балансы разрабатывались при составлении проектов развития южной части страны [43]. С этой же целью японскими экономистами был разработан баланс по острову Хоккайдо [50]. В последние годы под руководством У. Айзарда (США) составляется баланс для района Филадельфии. При проведении этого исследования должно быть выявлено влияние разоружения на развитие промышленности и занятость этого района.

Наряду с балансами районов за рубежом разрабатывались балансы для отдельных городов. Среди них следует отметить модели хозяйств Стокгольма [53], района Сан-Луи [65] и Осло. Правда, модель «Осло», составленная Р. Фришем [42], представляет собой соединение межотраслевого и финансового баланса.

В СССР районные исследования получили широкое распространение. Они начались с разработки в 1959 г. межотраслевого баланса Мордовской АССР [44]. В последующие годы был построен целый ряд балансов для различных районов [27]. В настоящее время заканчиваются экспериментальные расчеты плановых балансов по Прибалтике, составленных на основе отчетных балансов.

§ 1. Основные особенности районных межотраслевых моделей

Особенности районных моделей проявляются прежде всего в том, что в них совершенно исключительную роль играют ввоз и вывоз продукции. Так, если отношение внешнеторгового оборота к общественному продукту страны составляет несколько процентов, то для отдельных районов оно может приближаться к 30%. Внутриреспубликанские перевозки грузов, например, по Латвийской ССР в 3 раза меньше ввоза и в 1,5 раза меньше вывоза.

В связи с этой особенностью экономики района классификация отраслей районных балансов должна достаточно полно учитывать межрайонные связи. В основу классификации можно положить принцип межобластной товарности, сформулированный акад. В. С. Немчиновым [32].

В соответствии с этим принципом все отрасли по уровню товарности можно разделить на две группы: товарные отрасли, значительная часть продукции которых вывозится из района, и районные отрасли, продукция которых большей частью потребляется в самом районе.

Такой подход имеет существенный недостаток: в нем не учитывается уровень интенсивности развития отрасли в районе, которая характеризуется среднедушевыми размерами производства[1]. Пусть X_i^r — валовая

[1] В нашей работе [27] уровень интенсивности отождествлялся с уровнем специализации отрасли. Такое толкование специализации является слишком узким.

продукция отрасли в районе, X_i — валовая продукция отрасли в масштабе всей страны, N^r — численность населения района, N — численность населения страны, ω_i^r — вывоз продукции отрасли i из района. Тогда

$$\frac{X_i^r}{N^r} \geqslant \frac{X_i}{N} \text{ и } \frac{X_i^r}{N^r} < \frac{X_i}{N}. \qquad (8\text{-}1)$$

Первое из этих выражений соответствует высокому уровню развития отрасли в районе, а второе указывает на недостаточное ее развитие. В обоих случаях базой для сравнения являются общегосударственные уровни производства продукции отрасли на душу населения.

Итак, для определения общесоюзных отраслей и отраслей специализации района используются два показателя — уровень товарности и уровень интенсивности. При сопоставлении этих показателей получаем характеристику отраслей района, приведенную в табл. 8-1.

Таблица 8-1

	$\frac{\omega_i^r}{X_i^r} \geqslant 0{,}5$	$\frac{\omega_i^r}{X_i^r} < 0{,}5$
$\frac{X_i^r}{N^r} \geqslant \frac{X_i}{N}$	отрасли специализации	высокоразвитые обслуживающие отрасли
$\frac{X_i^r}{N^r} < \frac{X_i}{N}$	высокотоварные, но недостаточно развитые отрасли	районные отрасли

К высокоразвитым обслуживающим отраслям относится, например, строительство, если в районе сооружаются крупные объекты; такой отраслью является и добыча железной руды в основных металлургических районах (руда из района почти не вывозится, но в больших количествах вывозится металл). Примером высокотоварной, но недостаточно развитой отрасли может служить производство сырья, перерабатываемого в других районах. Для выделения национальных отраслей необходимо из всех отраслей района выбрать отрасли специализации. Только тогда национальные отрасли будут отличаться более высоким уровнем интенсивности и товарности.

Если внимательно присмотреться к районным межотраслевым балансам, то можно заметить одну интересную особенность: детализация отраслей в них значительно превосходит детализацию отраслей в национальном балансе. И это не случайно. Дело в том, что в каждом экономическом районе насчитывается сравнительно небольшое число промышленных предприятий — примерно 1—2 тыс. Причем однотипные предприятия встречаются в двух-трех отраслях — легкой и пищевой промышленности, промышленности строительных материалов. Это молочные заводы, хлебопекарни, заводы по первичной обработке сельскохозяйственного сырья, швейные фабрики и мастерские. Если исключить их и им подобные предприятия, связанные преимущественно с обслуживанием населения, проживающего в районе, то останутся 100—200 крупных промышленных предприятий, главным образом машиностроительных. Среди оставшихся предприятий вряд ли удастся найти более четырех-пяти родственных заводов и фабрик. Однако именно они и определяют профиль экономического района.

Показатели межотраслевого баланса должны обладать определенной устойчивостью. Эта устойчивость может быть достигнута только в том случае, если в одну отрасль объединяются не менее 20—30 различных предприятий. Обеспечить выполнение этого условия в экономическом районе можно только путем объединения в одну отрасль весьма разнородных предприятий. Понятно, что показатели укрупненной отрасли, производящей, например, хлеб и мясные консервы, будут гораздо менее точными, чем показатели отраслей «Хлебопечение» и «Мясные консервы». Правда, можно объединить в одну отрасль все предприятия, производящие продовольственные товары и назвать эту отрасль «Пищевая промышленность». Показатели этой отрасли будут устойчивы, если структура валовой продукции пищевой промышленности в районе более или менее постоянна.

Из изложенного вытекает, что природе районного межотраслевого баланса больше всего соответствует возможно более тщательное выделение отдельных отраслей. Детализация отраслей в районном балансе необходима также и для формирования организационно-технологических способов в национальном балансе по географическому признаку.

С точки зрения экономики района все ввозимые продукты делятся на две большие группы: дополняющий и недополняющий ввоз. К первой группе относятся ввозимые продукты, которые производятся в самом районе. Как правило, объем дополняющего ввоза оказывается довольно значительным. Это объясняется тем, что в районе производятся одни типоразмеры изделий, а ввозятся другие, или же производится одна часть продуктов, относимых к данной классификационной группе, а другая ввозится. Значительно реже дополняющий ввоз связан с недостаточным производством данного продукта в районе. К недополняющему ввозу относятся те группы продуктов, которые в районе не производятся.

В экономической литературе при рассмотрении проблемы отражения ввоза и вывоза в районном межотраслевом балансе имеют в виду лишь дополняющий ввоз, так как отражение недополняющего ввоза не вызывает особых трудностей.

Проблема дополняющего ввоза состоит в том, что каждую межотраслевую поставку в пределах района необходимо разделить на две части: производимую в районе и ввозимую извне. Очевидно, что для недополняющего ввоза эта проблема решается однозначно.

В зависимости от того, как отражается дополняющий ввоз при построении баланса, схема его приобретает тот или иной вид. Обычно в районных балансах затраты ввозимых продуктов показываются отдельно от затрат продуктов местного производства. Это во всяком случае относится к недополняющему ввозу.

Затраты ввозимых продуктов должны показываться в первом разделе баланса. Однако тогда необходимо будет показать создание этих продуктов, поскольку первый раздел является шахматной таблицей[1]. Сделать это не просто, так как ввозимые продукты в районе не производятся.

---

[1] Такое решение было осуществлено японскими экономистами при построении баланса по острову Хоккайдо. В затратах на производство ввозимого продукта показывалась его стоимость в порту отправления и затраты на перевозку до места назначения.

В районных балансах обычно показывается лишь использование ввозимых продуктов, т. е. для этих продуктов отводятся только строки. Следовательно, ввозимые продукты приходится показывать в третьем разделе баланса либо выделять их в особый подраздел первого раздела. Если при построении баланса выделяется дополняющий ввоз, то в третьем разделе повторяется классификация первого раздела. В этом случае в балансе содержатся, например, два коэффициента прямых затрат зерна на муку: расход зерна собственного производства и расход зерна, ввезенного со стороны. В основе этого подхода лежит предположение о том, что соотношения, сложившиеся в отчетном периоде, сохраняются и в плановом.

Иногда расход ввезенных продуктов в каждой отрасли дифференцируется по районам (У. Айзард) [68]. Это еще более сильное допущение, чем рассмотренное выше, поскольку, например, при изменении объема производства электроэнергии изменяется структура поставок угля из других районов, прежде всего увеличиваются поставки более дешевого угля. Практическое построение баланса с подобной детализацией ввоза требует очень больших затрат труда, и, кроме того, в этом случае коэффициенты прямых затрат утрачивают характер технологических норм.

Обозначим:

x_{ij} — затраты продукта i (местного производства) в отрасли j;

x'_{ij} — затраты продукта i (ввозимого) в отрасли j;

X_j — валовая продукция отрасли j.

Тогда коэффициенты прямых затрат будут

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad \text{и} \quad a'_{ij} = \frac{x'_{ij}}{X_j}, \text{ а}$$

в матричной записи — соответственно A и A'. Коэффициенты полных затрат продуктов местного производства: $(E-A)^{-1}$, а ввозимых — $A'(E-A)^{-1}$, т. е. коэффициенты полных затрат продуктов, производимых в районе (и дополняющего ввоза), будут равны

$$(E+A')(E-A)^{-1}. \qquad (8\text{-}2)$$

В действительности же коэффициенты полных затрат равны

$$[E-(A+A')]^{-1}. \qquad (8\text{-}3)$$

Легко видеть [1], что

$$[E-(A+A')]^{-1} \geqslant (E+A')(E-A)^{-1}. \qquad (8\text{-}4)$$

Это означает, что разделение продукции на местную и ввозимую при построении баланса приводит к тому, что районные коэффициенты полных затрат будут меньше, чем одноименные национальные коэффициенты, и меньше, чем региональные коэффициенты с неотделенным ввозом.

Значительно чаще дополняющий ввоз объединяется с продукцией местного производства, что соответствует левой (ресурсовой) части баланса. В этом случае продукт, потребляемый отраслью, не разделяется на «свой» и «чужой». Следовательно, коэффициенты полных затрат исчисляются по формуле (8-3).

Что же касается общего объема дополняющего ввоза, то он показывается либо рядом с вывозом, либо сразу дается сальдо вывоза и ввоза. В последнем случае в таблице могут быть отрицательные значения. Это значит, что ввоз продукта превышает его вывоз.

Если теперь рассчитать коэффициенты полных затрат по формуле (8-3), то, умножив их на конечный продукт, получим общую потребность в данных продуктах, т. е. общую потребность в ресурсах. Какая часть этих ресурсов будет произведена в районе, а какая ввезена, определится из последующего расчета. Отсюда следует, что величина коэффициентов полных затрат районного межотраслевого баланса зависит от того, как отражается дополняющий ввоз.

Иногда коэффициенты полных затрат строят несколько иначе, с тем чтобы в результате такого расчета получить объем местного производства.

---

[1] В самом деле, умножив выражения (8-2) и (8-3) слева на $[E-(A+A')]$ и сделав элементарные преобразования, получим $0 \geqslant -A'(E-A)^{-1}(A+A')$, где через 0 обозначена матрица, все элементы которой — нули. В правой части стоит матрица, все элементы которой неположительны. Таким образом, справедливость выражения (8-4) доказана.

Обозначим:

A — коэффициенты прямых затрат продуктов (местного производства и ввозимых);

I — отношение дополняющего ввоза к объему производства продукции в районе (диагональная матрица одинакового порядка с A);

X — объем местного производства;

Y — конечный продукт (в широком смысле).

Используя эти обозначения, можно написать уравнение распределения следующим образом:

$$AX + Y = X + IX, \tag{8-5}$$

откуда

$$X = (E + I - A)^{-1}Y. \tag{8-6}$$

Такое определение коэффициентов полных затрат имеет два существенных недостатка: во-первых, по своей величине они отличаются от действительных коэффициентов, определяемых по формуле (8-3); во-вторых, при расчете по формуле (8-6) предполагается, что дополняющий ввоз пропорционален объему местного производства, но такое предположение допустимо лишь при небольших вариациях объемов производства. Поэтому практическое значение имеет лишь расчет коэффициентов полных затрат по формуле (8-3). По недополняющему ввозу во всех случаях коэффициенты полных затрат определяются одинаково.

Таковы основные пути решения проблемы ввоза и вывоза в районном межотраслевом балансе.

§ 2. Коэффициенты полных затрат в районном балансе

Говорить о полных затратах в районном межотраслевом балансе можно лишь с известной условностью. Это объясняется тем, что районный баланс не представляет собой замкнутой системы и одноименные коэффициенты полных затрат в районном и национальном балансе будут различны. Проиллюстрируем это на простом примере. Для упрощения предположим, что между районными коэффициентами прямых затрат нет никакой разницы, причем одноименные продукты в районах не производятся. Всего в модели два района.

Построение такой упрощенной модели оправдывается только тем, что в этом случае можно использовать хорошо известный прием обращения матриц путем разбиения на блоки.

В соответствии со сказанным разобьем матрицу национального баланса на четыре блока таким образом, что диагональные подматрицы будут первыми разделами двух районных балансов. Недиагональные подматрицы — это матрицы затрат ввозимых продуктов в районе.

Через A_{ij} обозначим блоки матрицы $(E - A)$, через B_{ij} — блоки матрицы коэффициентов полных затрат.

Тогда из

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad \begin{pmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{pmatrix}$$

следует:

а) $A_{11}B_{11} + A_{12}B_{21} = E$;

б) $A_{21}B_{11} + A_{22}B_{21} = 0$;

в) $A_{11}B_{12} + A_{12}B_{22} = 0$;

г) $A_{21}B_{12} + A_{22}B_{22} = E$.

Матрицы A_{11}^{-1} и A_{22}^{-1} представляют собой коэффициенты полных затрат продуктов, производимых в районе.

Из (а) определяем

$$B_{11} = A_{11}^{-1}(E - A_{12}B_{21}) \tag{8-7}$$

и из (б)

$$B_{21} = -A_{22}^{-1}A_{21}B_{11}. \tag{8-8}$$

Подставляя (8-8) в (8-7), получим

$$B_{11} = A_{11}^{-1} + A_{11}^{-1}A_{12}A_{22}^{-1}A_{21}B_{11}$$

и

$$B_{11} = \left(E - A_{11}^{-1}A_{12}A_{22}^{-1}A_{21}\right)^{-1}A_{11}^{-1}. \tag{8-9}$$

Матрица, стоящая в скобках, преобразует коэффициенты полных затрат продукции, производимой в первом районе, в национальные коэффициенты.

Подставим теперь выражение (8-9) в формулу (8-8):

$$B_{21} = -A_{22}^{-1}A_{21}\left(E - A_{11}^{-1}A_{12}A_{22}^{-1}A_{21}\right)^{-1}A_{11}^{-1}. \quad (8\text{-}10)$$

Аналогично из (г) находим

$$B_{22} = A_{22}^{-1}\left(E - A_{21}B_{12}\right). \quad (8\text{-}11)$$

Значение B_{12} определим из (в):

$$B_{12} = -A_{11}^{-1}A_{12}B_{22}. \quad (8\text{-}12)$$

Подставив (8-12) в (8-11), получим

$$B_{22} = A_{22}^{-1}\left(E + A_{21}A_{11}^{-1}A_{12}B_{22}\right)$$

и, приведя подобные члены:

$$B_{22} = \left(E - A_{22}^{-1}A_{21}A_{11}^{-1}A_{12}\right)^{-1}A_{22}^{-1}. \quad (8\text{-}13)$$

Подставим (8-13) в (8-12):

$$B_{12} = -A_{11}^{-1}A_{12}\left(E - A_{22}^{-1}A_{21}A_{11}^{-1}A_{12}\right)^{-1}A_{22}^{-1}. \quad (8\text{-}14)$$

Отметим одну особенность найденных зависимостей. Если в выражениях (8-9) и (8-10) в подстрочных индексах вместо 1 писать 2 и вместо 2—1, то получим выражения (8-13) и (8-14).

Рассмотрим теперь экономический смысл операторов в (8-9) и (8-13). Поскольку они имеют одинаковую структуру, то подробно рассмотрим лишь (8-13). Прежде всего отметим, что по своему виду этот оператор напоминает матрицу коэффициентов полных затрат. $A_{22}^{-1}A_{21}$ характеризует валовой выпуск отраслей второго района, необходимый для производства единицы продукции в первом районе, а $A_{11}^{-1}A_{12}$, наоборот,—валовой выпуск отраслей первого района, необходимый для производства единицы продукции в отраслях второго района.

Все выражение $A_{22}^{-1}A_{21}A_{11}^{-1}A_{12}$ представляет собой норму валового выпуска отраслей второго района, возвращаемого ему в виде скрытого реэкспорта[1]. Все вы-

[1] Реэкспортом называется экспорт импортированных товаров. Скрытый реэкспорт проявляется в вывозе продуктов, на производство которых пошли продукты, ввезенные из других районов.

ражение в скобках — это «товарная» часть валового выпуска. Обратная величина — валовой выпуск отраслей второго района, определяемый развитием национальной экономики.

§ 3. Учет ввоза и вывоза в районных моделях

Основной трудностью при использовании районных моделей является расчет истинных объемов ввоза и вывоза продукции. Как было показано в первых главах книги, межотраслевые модели основаны на принципе однородности, т. е. продукция каждой отрасли считается одинаковой независимо от того, где она используется. При строгом соблюдении этого принципа каждый продукт может либо ввозиться, либо вывозиться, ибо в противном случае имеют место нерациональные встречные перевозки одного и того же груза. Однако на самом деле любая реальная модель оказывается агрегированной, в результате чего принцип однородности нарушается. Это ведет к тому, что продукция одной и той же отрасли может ввозиться и вывозиться, т. е. завозятся одни типоразмеры, а вывозятся другие. Такое решение приводит к появлению ложных встречных перевозок. Отсюда возникает необходимость разработки метода, позволяющего учитывать в модели фактические объемы ввоза и вывоза.

При решении реальных задач задается или максимизируется объем конечного продукта, составной частью которого является сальдо ввоза и вывоза. Наша задача состоит в том, чтобы определить действительные объемы ввоза и вывоза.

Для решения этой задачи вводятся две системы коэффициентов.

Первая система коэффициентов характеризует товарность каждой отрасли и представляет собой отношение вывоза к объему местного производства, т. е.

$$\gamma_i^{(1)} = \frac{w_i}{X_i}. \tag{8-15}$$

Вторая система коэффициентов характеризует долю ввозимой продукции в общем количестве данной продукции, потребляемой в районе, т. е.

$$\gamma_i^{(2)} = \frac{b_i}{X_i - w_i + b_i}. \tag{8-16}$$

Иными словами, первый коэффициент характеризует склонность к вывозу продукции данной отрасли, а второй коэффициент — склонность к ввозу этой продукции. Динамика этих коэффициентов различна для национальных и районных отраслей. Экстраполяция коэффициентов возможна при относительно небольших изменениях объемов местного производства в данной отрасли. В противном случае они определяются методом прямого счета.

Выразим теперь w_i через $\gamma_i^{(1)}X_i$. Тогда

$$\gamma_i^{(2)}=\frac{b_i}{X_i-\gamma_i^{(1)}X_i+b_i}=\frac{b_i}{\left(1-\gamma_i^{(1)}\right)X_i+b_i},$$

откуда

$$b_i=\left(1-\gamma_i^{(1)}\right)X_i\gamma_i^{(2)}+\gamma_i^{(2)}b_i$$

и

$$b_i=\frac{\left(1-\gamma_i^{(1)}\right)\gamma_i^{(2)}}{1-\gamma_i^{(2)}}X_i=\Omega_iX_i.$$

Коэффициент $\Omega_i=\dfrac{\left(1-\gamma_i^{(1)}\right)\gamma_i^{(2)}}{1-\gamma_i^{(2)}}$ представляет собой отношение ввоза к объему местного производства.

Остается выразить через найденные коэффициенты сальдо внешних связей:

$$g_i=w_i-b_i=\gamma_i^{(1)}X_i-\Omega_iX_i,$$

откуда

$$g_i=\frac{\gamma_i^{(1)}-\gamma_i^{(2)}}{1-\gamma_i^{(2)}}X_i. \tag{8-18}$$

Отсюда следует, что

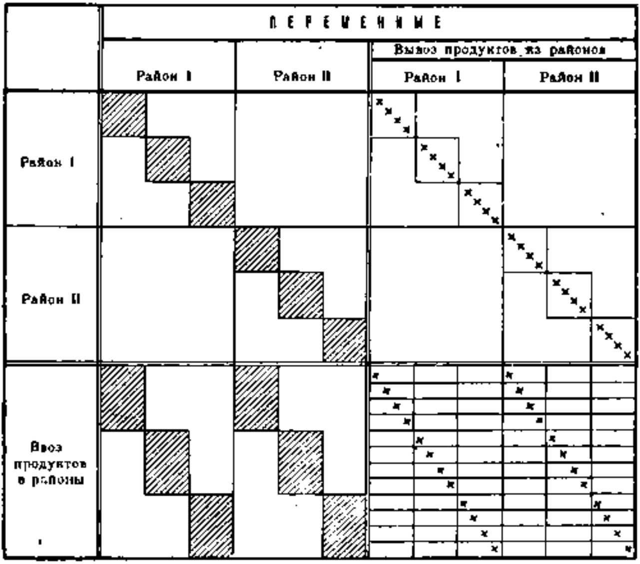
1) сальдо внешних связей равно нулю, если по данной отрасли склонность к вывозу равна склонности к ввозу продукции;

2) сальдо внешних связей будет положительным, если склонность к вывозу превышает склонность к ввозу. В противном случае оно будет отрицательным;

3) при проведении расчетов достаточно задать только коэффициенты склонности.

§ 4. Межрайонные межотраслевые модели

Принципиальные особенности районных моделей, рассмотренные выше, и общая теория межотраслевых моделей позволяют сформулировать межрайонную модель, которая представлена на рис. 5.



Эта схема одинаково применима и для статических и для динамических моделей, для балансовых моделей и для моделей оптимального программирования. Наиболее сложна динамическая межрайонная модель. Она, как из блоков, собирается из динамических моделей отдельных районов (эта ее часть на схеме соответствует первому разделу межотраслевого баланса).

Для того чтобы увязать модели отдельных районов в единый комплекс, т. е. связать между собой отдельные районы, необходимо сбалансировать ввоз и вывоз одного и того же продукта по всем районам. Для этого в модель в качестве переменных вводятся объемы вывоза продукции. Возможны два подхода к решению этой задачи. При одном из них переменной величиной является объем вывоза продукции из района, а при другом в качестве переменной выбирается вывоз продукции из одного района в другой. Естественно, при втором подходе возрастает число степеней свободы, которыми обладает данная система. Эта часть модели соответствует второму разделу баланса.

Объемы вывоза продукции балансируются с объемами ввоза. Для этого в модель вводятся уравнения, характеризующие потребность в завозе продукции из других районов. Эта часть модели соответствует третьему разделу баланса на нашей схеме.

В рассматриваемой модели внешние связи учитываются отдельно по ввозу и вывозу. При использовании в модели сальдо ввоза и вывоза структура ее несколько видоизменяется. В этом случае становится излишней правая часть модели. В нижней части ее вместо ввоза показывается сальдо внешних связей [21]. Во всех случаях для построения модели служат коэффициенты внешних связей, введенные в предыдущем параграфе.

Рассмотрим теперь нашу модель более подробно:

$$\sum_{s} {}^{\partial}X_i^s(t) - \sum_{s,j} {}^{\partial}a_{ij}^s \, {}^{\partial}X_j^s(t) - {}^{\partial}p_i \, {}^{\partial}D(t) -$$

$$- \sum_{\tau}^{t} \sum_{j,s} {}^{\partial}b_{ij}^s(\tau) \, {}^{\partial}Y_j^s(\tau) - \sum_{\sigma} {}^{\partial\sigma}w_i(t) - {}^{\partial}F_i(t) = 0;$$

$$\begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, n \\ \partial = 1, 2, \ldots, m \end{pmatrix};$$

$$\sum_{s,j} {}^{\partial}\phi_{ij}^s \, {}^{\partial}X_j(t) - \sum_{\bar\tau} \sum_{j,s} {}^{\partial}f_{ij}^s(\bar\tau) \, {}^{\partial}Y_j^s(\bar\tau) \leqslant {}^{\partial}\Phi_i(t)$$

$$\sum_{s,j} {}^{\partial}r_{hj}^s \, {}^{\partial}X_j^s(t) \leqslant {}^{\partial}R_h(t) \quad (h = 1, 2, \ldots, u);$$

$$\sum_{s,j} {}^{\partial}a_{dj}^s \, {}^{\partial}X_j(t) - {}^{\partial}\alpha(t) \, {}^{\partial}D(t) = 0;$$

$$\sum_{\sigma} \sum_{i} {}^{\partial}\Omega_i(t) \left(\sum_{s} {}^{\partial}X_i^s(t) \right) - \sum_{\sigma} {}^{\partial\sigma}w_i(t) = 0;$$

$$\partial \neq \sigma;\ {}^{\partial}X_j^s \geqslant 0;\ {}^{\partial}D(t) > 0;\ {}^{\partial\sigma}w_i(t) \geqslant 0;\ {}^{\partial}Y_j^s(\bar{\tau}) \geqslant 0.$$

Переменные данной модели имеют тот же смысл, что и переменные, рассмотренные в главе о динамической модели, с той лишь разницей, что теперь они относятся к отдельным районам. С этой целью они обозначаются левым верхним индексом (∂). Первое уравнение — баланс продукции, второе — баланс основных фондов, третье — баланс ресурсов, четвертое — баланс денежных доходов и расходов, пятое — баланс межрайонных поставок.

Таким образом, от национальной динамической модели данная модель отличается следующим:

1) вводится территориальный разрез по всем элементам модели;

2) появляется новая переменная, ${}^{\partial\sigma}w_i(t)$, характеризующая вывоз продукта i из района σ в район ∂;

3) добавляется пятое уравнение.

В начале главы указывалось на то, что к одной и той же отрасли в каждом районе относится небольшое число предприятий. В связи с этим при планировании коэффициентов потребности в основных фондах приходится особенно тщательно учитывать возможности роста производства на предприятиях. Это приводит к составлению оптимальных планов расширения производства по каждому предприятию и последующему сведению их в оптимальный план по отрасли [1].

Подсчитаем теперь число степеней свободы в данной модели. Число неизвестных — объемы производства $n_1 lm$, доходы населения lm, приросты производственных мощностей $n_1 lm$, объемы вывоза продукции nlm^2. Всего неизвестных $lm(2n_1+nm+1)$, где n_1 — общее число организационно-технологических способов в модели. Число ограничений в модели:

балансы продукции — nlm,

балансы основных фондов — nlm,

балансы ресурсов — nlm,

баланс доходов и расходов — lm,

балансы ввоза и вывоза — ln.

Всего ограничений — $lm(2n+n+1)+ln$, а число степеней свободы равно $lm[2(n_1-n)+nm-n]-ln$.

---

[1] Подробнее об этом см. [20].

Если же ввести в модель ряд переменных, характеризующих возможность неполного использования ресурсов, то число степеней свободы заметно увеличится. Это значит, что даже в тех случаях, когда $n_1=n$, данная модель будет иметь достаточно большое число степеней свободы. Естественно, что она должна решаться методами оптимального программирования. Главная проблема межрайонной модели — выбор между производственными связями районов.

Критерием оптимальности данной задачи является максимум фонда потребления. Как было показано в предыдущей главе, в этом критерии используется весовая функция для приведения уровня потребления разных лет к одному году. В районной модели вводится двойная весовая функция — первая, как раньше, используется для приведения доходов к одному моменту времени. Вторая функция вводится в связи с тем, что в базисном периоде имеются различия между уровнями потребления в разных районах. Поэтому возникает необходимость в более быстром развитии отставших районов, что и фиксируется весовой функцией [19].

Пусть, как и ранее, ρ_t — коэффициент, характеризующий временное предпочтение, а ${}^{\partial}\bar{\rho}_t$ — коэффициент, характеризующий предпочтения в развитии районов для каждого момента времени. Тогда критерий оптимальности будет записан так:

$$\sum_t \sum_\partial \rho_t {}^{\partial}\bar{\rho}_t {}^{\partial}D(t) \to \max.$$

Данную модель можно записать также в двойственной постановке. Полученные при этом выводы будут в основном повторять положения предыдущей главы с той разницей, что о. о. оценки будут относиться уже не только к отраслям и ресурсам в целом, но и к продукции отраслей и ресурсам, производимым и используемым в различных районах. В связи с этим необходимо уточнить представление о состоянии экономического равновесия. С этой целью вводится дополнительное, четвертое определение: в состоянии равновесия о. о. оценки на одни и те же продукты и ресурсы одинаковы по всем районам.

Предположим, что определение не соответствует истине. Тогда существует по крайней мере один район, в который более выгодно направлять дополнительные ресурсы для производства по крайней мере одного продукта. Эффективность производства данного продукта, равно как и эффективность использования какого-либо ресурса, будет постепенно понижаться до тех пор, пока не сравняется с аналогичными показателями по другим районам. Это и будет состояние равновесия. Во всем остальном равновесие в межрайонной модели не отличается от равновесия на национальном уровне.

До сих пор было предложено довольно много межрайонных моделей [2, 21, 25, 26, 43, 68, 76]. Все они построены по принципу однородности продукции, что ведет к существенному приуменьшению межрайонных связей. Вторая особенность большинства названных моделей состоит в том, что они разработаны для решения задачи о размещении производительных сил, тогда как рассмотренная выше модель предназначена для решения задачи об определении уровня развития районов. Такой подход представляется нам более правильным, поскольку сначала необходимо решить вопрос о преимущественном развитии тех или иных районов, а затем уже установить, какие отрасли хозяйства в них следует развивать. Кроме того, в районной модели достаточно выделить сравнительно небольшое число отраслей, а задачу о размещении производства нужно решать по весьма детальной номенклатуре.

§ 5. Балансовые межрайонные модели

Во всех рассмотренных балансовых моделях тем или иным способом вводились коэффициенты, фиксирующие межрайонные связи[1]. По другому пути пошли В. Леонтьев и А. Страут [71], предложившие учитывать межрайонные связи на основе так называемых моделей тяготения [68]. В основе этих моделей лежит третий закон Ньютона, причем роль массы играют объемы производства.

Модель Леонтьева — Страута состоит из следующих уравнений:

1) $X_i^{\partial 0} = \sum {}^{\partial}a_{ij} X_j^{0\partial} + {}^{\partial}y_i$ — балансы продукции по району.

[1] Обзор этих моделей см. [27].

Здесь $X_i^{\partial 0}$ — потребность района ∂ в продукте i,

$X_j^{0\partial}$ — объемы местного производства.

2) $X_i^{0\partial} = \sum_{\sigma} X_i^{\sigma\partial}$ $(\partial = 1, 2, \ldots, m)$ — потребность района ∂ удовлетворяется за счет поставок из других районов и собственного производства.

3) $$\sum_{\partial}\sum_{\sigma} X_i^{\partial\sigma} = \sum_{\partial} X_i^{\partial 0} = \sum_{\sigma} X_i^{0\sigma} = X_i^{00}.$$

Последнее уравнение означает, что объем межрайонных поставок по всем районам, включая и собственное потребление, равен сумме потребностей всех районов в данном продукте, равен сумме объемов местного производства данного продукта, равен объему производства этого продукта во всей стране.

Объем межрайонных поставок определяется следующим соотношением:

$$X_i^{\partial\sigma} = \frac{X_i^{\partial 0} \cdot X_i^{0\sigma}}{X_i^{00}} \cdot Q_i^{\partial\sigma}. \tag{8-19}$$

Из этого выражения следует, что поставка из района σ в район ∂ прямо пропорциональна потребности района ∂ и производству данного продукта в районе σ. Она обратно пропорциональна национальному производству данного продукта. Коэффициент $Q_i^{\partial\sigma}$ имеет следующий смысл:

$$Q_i^{\partial\sigma} = \left(c_i^{\partial} + k_i^{\sigma}\right) d_i^{\partial\sigma} \cdot \delta_i^{\partial\sigma}, \tag{8-20}$$

где $\delta_i^{\partial\sigma}\begin{cases} = 1, \text{ если возможна поставка в направлении} \\ \text{из района } \sigma \text{ в район } \partial; \\ = 0, \text{ если поставка запрещена;} \end{cases}$

$d_i^{\partial\sigma}$ — стоимость транспортировки товара i между районами ∂ и σ.

Коэффициенты c_i^{∂} и k_i^{σ} определяются на основе обработки данных за базисный период. Подставив (8-20) в (8-19), получим

$$X_i^{\partial\sigma} = \frac{X_i^{\partial 0} \cdot X_i^{0\sigma}}{X_i^{00}} \left(c_i^{\partial} + k_i^{\sigma}\right) d_i^{\partial\sigma}\, \delta_i^{\partial\sigma}. \tag{8-21}$$

Отсюда определяется общий объем вывоза из района σ:

$$\sum_{\sigma}^{m} X_i^{\partial\sigma} = \sum_{\partial} \frac{X_i^{\partial 0} \cdot X_i^{0\sigma}}{X_i^{00}} \left(c_i^{\partial} + k_i^{\sigma} \right) d_i^{\partial\sigma} \cdot \delta_i^{\partial\sigma} \qquad (8\text{-}22)$$

и общий объем ввоза в район ∂

$$\sum_{\sigma}^{m} X_i^{\partial\sigma} = \sum_{\sigma} \frac{X_i^{\partial 0} \cdot X_i^{0\sigma}}{X_i^{00}} \left(c_i^{\partial} + k_i^{\sigma} \right) d_i^{\partial\sigma} \cdot \delta_i^{\partial\sigma}. \qquad (8\text{-}23)$$

Уравнения (8-22) и (8-23) образуют систему из $2n$ уравнений с $2n$ неизвестными — c^{∂} и k^{σ}. Наибольшую трудность при практическом построении этой системы уравнений представляет получение фактических данных о межрайонных связях. Эту трудность можно обойти, преобразовав систему уравнений.

Наибольший интерес в таком анализе представляют внешние связи районов. В связи с этим можно положить $d^{\partial\partial} = d^{\sigma\sigma} = 0$ и исключить из анализа внешних связей $X^{\partial\partial}$ и $X^{\sigma\sigma}$. С помощью несложных преобразований приходим к выражениям:

$$\sum_{\partial} X_i^{\partial 0} \left(c_i^{\partial} + k_i^{\sigma} \right) d_i^{\partial\sigma} \cdot \delta_i^{\partial\sigma} = \left(1 - \frac{X_i^{\sigma\sigma}}{X_i^{0\sigma}} \right) X_i^{00}, \qquad (8\text{-}24)$$

$$\sum_{\sigma} X_i^{0\sigma} \left(c_i^{\partial} + k_i^{\sigma} \right) d_i^{\partial\sigma} \cdot \delta_i^{\partial\sigma} = \left(1 - \frac{X_i^{\partial\partial}}{X_i^{\partial 0}} \right) X_i^{00}. \qquad (8\text{-}25)$$

Такая форма представления удобна потому, что при отсутствии потребностей района в данном продукте ($X^{\partial 0} = 0$) ввоз в него будет равен нулю, а при отсутствии производства будет равен нулю вывоз из этого района.

В системе уравнений (8-24) и (8-25) используется уже более доступная информация, получить которую сравнительно нетрудно. Эта система имеет степень свободы, равную единице, что вытекает из третьего уравнения модели. Поэтому при решении задачи необходимо одному из неизвестных придать произвольное значение. В остальном решение ее выполняется обычными методами.

Остановимся теперь на экономическом смысле коэффициентов $c_i^{д}$ и k_i^{σ}. Первый из этих коэффициентов относится к ввозу и показывает, какое количество продукта i район $д$ может получить в среднем на 1 руб. от других районов. Коэффициент k_i^{σ} показывает, какое количество продукции i район σ в среднем может вывезти на 1 руб. затрат.

Коэффициенты $c_i^{д}$ и k_i^{σ} можно определить для отчетного года. Трудно сказать, как эти коэффициенты можно планировать на перспективу и использовать при построении моделей развития народного хозяйства. Они, возможно, объясняют сложившиеся связи, но еще недостаточно изучены, и нет статистических данных об их изменении во времени.

Наглядное представление о структуре межрайонных моделей дает также пространственный межотраслевой баланс [27], который является удобной формой записи данных.

Заканчивая изложение принципов разработки межотраслевых моделей, необходимо кратко остановиться еще на двух вопросах: об основных направлениях применения метода анализа межотраслевых связей и о важнейших нерешенных проблемах.

Основные направления в использовании метода. В предыдущих главах книги, особенно в двух последних, уже рассматривались главные направления в использовании метода — построение планов как в масштабе всего народного хозяйства, так и для отдельных экономических районов. Основные идеи метода используются также при расчетах на предприятиях, что приводит к разработке матричных техпромфинпланов [31].

Использование межотраслевых моделей в плановой работе позволяет получить две разновидности планов — сбалансированные планы, при которых система не имеет степеней свободы, и оптимальные планы.

Построение планов развития народного хозяйства с помощью межотраслевого анализа возможно только в результате выполнения системы расчетов, назначение которых состоит в подготовке исходных данных, например в определении функций спроса. Изложение основ организации этих расчетов выходит за рамки этой книги.

При построении сбалансированных планов главным звеном метода является определение коэффициентов полных затрат. Эти коэффициенты служат не только мощным средством проведения плановых расчетов, позволяющим быстро находить в приемлемые сроки практически любое число вариантов плана, но и сильным оружием анализа.

Коэффициенты полных затрат дают возможность провести целый комплекс расчетов, в основе которых лежит выяснение последствий развития одних отраслей на объемы производства в других отраслях. С их помощью можно легко установить связи, существующие между любыми двумя отраслями, причем как непосредственные связи, так и связи, обусловленные всей структурой народного хозяйства.

Использование межотраслевого баланса позволило впервые подсчитать полные затраты труда в масштабе народного хозяйства и найти, пусть приближенное, решение проблемы, которая занимала экономистов по крайней мере с начала нашего века. Больше того, использование коэффициентов полных затрат позволило решить и другую задачу — определить нормы «полных затрат» для ресурсов и тем самым легко находить объем ресурсов, необходимый для производства заданного конечного продукта.

Интересные возможности для анализа структуры народного хозяйства представляет триангуляция межотраслевого баланса [24, 64, 73]. При этом удается найти такую последовательность отраслей, которая наиболее точно соответствует цепочке «сырье — готовый продукт». Такие построения представляют не только теоретический, но и практический интерес, так как в этом случае появляются широкие возможности для проведения приближенных плановых расчетов. К сожалению, из-за ограниченности объема книги автор не мог остановиться на этой важной проблеме.

В последние годы намечается усиленный интерес к разработке объединенных материально-финансовых балансов. Идея таких балансов была сформулирована известным норвежским экономистом Р. Фришем [42]. Эти работы ведутся как в Советском Союзе [27], так и за рубежом. Например, в Польше такие балансы разработаны для 1958—1962 гг. [5]. В этих таблицах оказались взаимоувязанными баланс денежных доходов и расходов населения и финансовый баланс. Кроме того, сводный материально-финансовый баланс позволил получить много важных новых данных о движении материальных и денежных потоков в народном хозяйстве.

Ценные исследования по применению межотраслевого баланса для анализа денежных потоков проводит в Венгрии М. Августинович [1]. Ее метод позволяет, например, определить влияние кредитов на образование и распределение доходов.

Интерес к материально-финансовым балансам не случаен. Он определяется естественным стремлением отразить совместное распределение материальных и финансовых ресурсов между производителями, показать не только процесс создания и использования национального дохода, но и процессы его распределения и перераспределения.

Основу системы сводных материально-финансовых балансов составляет система национальных счетов, которая используется в ряде стран и особенно широко во Франции.

Важнейшие нерешенные проблемы. По-нашему мнению, в настоящее время имеются три области, которые практически не изучены и исследование которых позволит принципиально улучшить технику межотраслевых моделей.

Первая проблема — это разагрегирование. До тех пор пока не будут найдены достаточно хорошие аналитические методы решения этой задачи, работа с межотраслевыми моделями будет в значительной мере искусством. Различные методы блочного программирования являются, возможно, одним из подходов к ее решению.

Вторая проблема — разработка эффективных нелинейных межотраслевых моделей.

Третья проблема — учет неопределенности в параметрах модели. Проблема состоит в том, чтобы заменить математические ожидания коэффициентов законами их распределения.

Таковы основные проблемы. От их успешного решения зависит будущее метода. Математики, слово за вами!

1. Августинович М. Математическая модель межотраслевого баланса денежного обращения. Доклад на международном семинаре по оптимизации и разработке межотраслевых балансов (МСОМ). Берлин, 1965.

2. Аганбегян А. Г. Экономико-математическое моделирование и решение отраслевых задач.— В сб.: «Применение математики при размещении производительных сил». Отв. ред. Некрасов Н. Н. М., «Наука», 1964.

3. Баранов Э. Ф. Особенности разработки системы районных межотраслевых балансов и методы расчета на их основе. Диссертация. М., 1965.

4. Боярский А. Я. Математико-экономические очерки. М., Госстатиздат, 1962.

5. Вержбицкий И. Материальный и финансовый межотраслевой баланс (МСОМ), Берлин, 1965.

6. Гранберг А. Г. Проблемы планового межотраслевого баланса в натуральном выражении. Диссертация. М., 1962.

7. Гусев В. О межотраслевом балансе в натуральном выражении.— «Вопросы экономики», 1964, № 6.

8. Дадаян В. С. Экономико-математическое моделирование социалистического воспроизводства. М., Экономиздат, 1963.

9. Дадаян В. С., Коссов В. В. Баланс экономического района как средство плановых расчетов. М., Изд. АН СССР, 1962.

10. Дмитриев В. М. Экономические очерки. СПб, 1904.

11. Дудкин Л. М. Математико-экономическая схема оптимального баланса народного хозяйства для текущего плана и возможности перехода к практическим расчетам по ней. Научное совещание по проблемам межотраслевого баланса. НИЭИ Госплана СССР. М., 1963.

12. Ершов Э. Б. Математические методы в статической модели межотраслевого баланса. Доклад на научном совещании по проблемам межотраслевого баланса, 1963.

13. Ефимов А. Н. Теоретические и практические вопросы внедрения межотраслевого баланса в планирование народного хозяйства.— «Плановое хозяйство», 1963, № 5. стр. 11—19.

14. Канторович Л. В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М., Изд. АН СССР, 1960.

15. Клоцвог Ф. Н. Вопросы формирования нормативной базы межотраслевого баланса на примере хлопчатобумажной промышленности. Диссертация. М., 1964.

16. Конюс А. А. Динамическая модель и перспективное планирование. Доклад на совещании по проблемам межотраслевого баланса. М., 1963

17. Конюс А. А. Расширение системы уравнений межотрас-

левых связей для целей перспективного планирования.— В сб.: «Применение математики в экономических исследованиях». Т. 2. М., Соцэкгиз, 1961.

18. Коссов В. В., Минц Л. Е. Некоторые итоги разработки межотраслевых балансов по Прибалтийскому экономическому району.— «Вестник статистики», 1964, № 6, стр. 16—25.

19. Коссов В. В. Методы оптимальных расчетов на основе территориальных моделей. Берлин (МСОМ), 1965.

20. Коссов В. В. О расширении матричной модели экономического района.— В сб.: «Планирование и экономико-математические методы». М., «Наука», 1964.

21. Коссов В. В. Экономико-математическая модель территориального планирования.— В сб.: «Математические методы и проблемы размещения производства. Под ред. Бирмана И. Я. и Минца Л. Е. М., Экономиздат, 1963.

22. Крелле В. Сводные экономические расчеты. Пер. с нем. Под ред. Смирнова Г. В. М., Госстатиздат, 1964.

23. Лашчак А. Моделирование и решение задач динамического характера линейного программирования типа Канторовича и Вагнера. Берлин (МСОМ), 1965.

24. Лейбкинд Ю. Р. Некоторые вопросы приближенных плановых расчетов на основе межотраслевого баланса. М., Ротапринт, 1961.

25. Леонтьев В. и др. Исследования структуры американской экономики. М., Госстатиздат, 1958.

26. Маш В. А. Оптимальное размещение производительных сил в народном хозяйстве.— В сб.: «Математические методы и проблемы размещения производства». Под ред. Бирмана И. Я. и Минца Л. Е. М., Экономиздат, 1963.

27. Межотраслевой баланс производства и распределения продукции экономического района. М., «Наука», 1964.

28. Методы разработки программ экономического развития. Пер. с англ. Под ред. Шаталина С. С. М., Изд. иностр. лит., 1963.

29. Михалевский Б. Н. Основные пути определения оптимума фондов новых капитальных вложений в общей динамической модели. В сб.: «Математический анализ расширенного воспроизводства». М., Изд. АН СССР, 1962.

30. Михалевский Б. Н. Простая линейная динамическая модель межотраслевого баланса. Доклад на совещании по проблемам межотраслевого баланса. М., 1963.

31. Модин А. А. Межотраслевой баланс и система матричных моделей.— «Вопросы экономики», 1964, № 1.

32. Немчинов В. С. Теоретические вопросы рационального размещения производительных сил.— «Вопросы экономики», 1961, № 6, стр. 3—15.

33. Немчинов В. С. Экономико-математические методы и модели. М., Соцэкгиз, 1962.

34. Новожилов В. В. Измерение затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве.— В сб.: «Применение математики в экономических исследованиях». Т. I. Соцэкгиз, 1959.

35. Основы разработки межотраслевого баланса. Учеб. пособие. Под ред. А. Г. Аганбегяна. М., Экономиздат, 1962.

36. Применение математики и электронной техники в планировании. М., Экономиздат, 1961.

37. Проценко О. Д. Экономический смысл коэффициентов расширенной модели межотраслевого баланса.— В сб.: «Проблемы баланса межотраслевых связей». Под ред. Смехова Б. М. М., 1964.
38. Смехов Б. М. О критерии оптимальности народнохозяйственного плана.— «Вопросы экономики», 1965, № 1, стр. 123—134.
39. Смирнов А. Д. Динамическая модель межотраслевого баланса. Учеб. пособие. Под ред. Попова М. Г. М., 1964.
40. Стоун. Р. Метод затраты-выпуск и национальные счета. Пер. с англ. Под ред. Исаева Б. Л. М., «Статистика», 1964.
41. Фаддеев Д. К., Фаддеева В. Н. Вычислительные методы линейной алгебры. Изд. 2-е, доп. М., Физматгиз, 1963.
42. Фриш Р. Основные черты промежуточной модели «Осло».— В сб. «Применение математики в экономических исследованиях». Т. 2. М., Соцэкгиз, 1961.
43. Ченери Х., Кларк П. Экономика межотраслевых связей. Пер. с англ. Под ред. Берри Л. Я. М., Изд. иностр. лит., 1962.
44. Черняк Ю. И. Основные черты межотраслевого баланса экономического района.— В сб.: «Межотраслевой баланс производства и распределения продукции в народном хозяйстве», М., Изд. АН СССР, 1962.
45. Шаталин С. С. Определение объема и отраслевой структуры конечного продукта для расчета планового межотраслевого баланса. Доклад на научном совещании по проблемам межотраслевого баланса. М., 1963.
46. Швырков Ю. М. Классификация отраслей и продуктов в межотраслевом балансе. Доклад на научном совещании по проблемам межотраслевого баланса. М., 1963.
47. Штрнад В. Об избранных вопросах переработки больших матриц с помощью ЭВМ. Берлин (МСОМ), 1965.
48. Юсупов М. Х. Обращение матриц межотраслевых балансов на электронно-вычислительных машинах. Доклад на научном совещании по проблемам межотраслевого баланса. М., 1963.
49. Эйдельман М. Р. Опыт составления отчетного межотраслевого баланса производства и распределения продукции в народном хозяйстве СССР.— «Вестник статистики», 1961, № 7, стр. 9—31.
50. Ямада И. Теория и применение межотраслевого метода. Пер. с англ. Под ред. Михалевского Б. Н. М., Изд. иностр. лит., 1963.
51. Almon C. A modified Leontieff system. "Econometrica" v. 31, 1963, N 4.
52. Ara K. The aggregation Problem in Input-Output Analysis, "Econometrica" v. 27, 1959, N 2.
53. Artle R. Studies of the Stokholm economy. Stokholm, 1959.
54. Balderston I. B. and Whitin T. M. Aggregation in the Input-Output Model, in "Economic Activity Analysis", 1954.
55. Barna T. The structural interdependence of the Economy, 1954.
56. Cameron B. The Production Function in Leontieff Models. "Review of Economic Studies" v. XX, N 1.
57. Carter A. Incremental Flow coefficients for a Dynamic Input-Output Model with Changing Technology, in "Structural Independance and Economic Development". London, 1964.

58. Charnes A., Cooper W. Management Models and Industrial Application of Linear Programming, vol. 1, Wiley, 1963.
59. Dorfman R., Samuelson P. and Solow R. Linear Programming and Economic Analysis. New-York, 1956.
60. Fei I. A Fundamental theorem for the Aggregation Problem of Input-Output Analysis. "Econometrica", v. XXIV (Oct.) 1956.
61. Fisher W. D. Criteria for aggregation in input-output analysis. "The Review of Economics and Statistics"vol. 40, 1958, N 3.
62. Ghosh D. Experiments with Input-Output Models. Cambridge, 1959.
63. Hatanaka M. Note on Consolidation within a Leontief System. "Econometrica" vol. 20, 1952, N 2.
64. Helmstädter E. Die geordnete Input-Output Struktur «Jahrbüchern für Nationalökonomie und Statistik», B. 174, H. 4 (1962).
65. Hirch A. and Werner Z. Interindustry relations of a metropolitan area "The Review of Economics and Statistics", November 1959.
66. Horvat B. Medusektorska analiza, Zagreb, 1962.
67. Input-Output Analysis: An Appraisal, New-York, 1955.
68. Isard W. Methods of Regional Analysis: an Introduction to Regional Science. New-York, 1960.
69 Jorgensen D. W. "Growth and Fluctuation: a causal Interpretation "Quarterly Journal of Economics", 1960, v. LXXIV, N 3.
70. Kenessey Z. International comparison of the compilation and use of input-output tables. in "Input-output Tables, their Compilation and Use". Budapest, 1962.
71. Leontieff W., Straut A. Multiregional input-output analysis in "International conference on input-output techniques", Geneva, 1961.
72. Malinvaud E. Aggregation Problems in Input-output Models in "The Structural Interdependence of Economy". ed. by T. Barna, 1954.
73. Masson D. Methode de triangulation de tableau european des echanges interindustrielles "Revue Economique", 1960, N 2.
74. Morishima M., Seton E. Aggregation in Leontieff Matrices and Labour Theory of Value. Econometrica 1960, N 3.
75. Moor F., Petersen I. Regional Analysis: An Interindustrial Model of Utah. "Reviev of Economics and Statistics", v. XXXVII, 1955, N 4.
76. Moses L. A General Equilibrium Model of Production, International Trade and Location of Industry. "The Review of Economics and Statistics" 1960, N 4.
77. Platt H. "Input-output Analyse". Masheim am Hau, 1957.
78. Rassmussen N. Stadies in Intersectoral Relations. Kobenhaven, Amsterdam, 1957.
79. Sagoroff S. Wirtschaftsstatistik. Theorie und Interpretation. Bern, 1950.
80. Skolka J. Agregace v bilancl meziodvetvových vztahu. Praha, 1964.
81. Stone R. Input-output relationships 1954—1961. London, 1963
82. Theil H. Linear aggregation in Input-Output Analysis, "Econometrica", v. XXV, 1957, N 1.

Коссов Владимир Викторович.

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС. М., «Экономика», 1966. 223 с.

33С3

Мл. редактор *Г. В. Мишнаевская*
Художественный редактор *В. В. Гарбузов*
Технический редактор *Л. Л. Ежова*
Корректоры *Г. Н. Дюкова и Г. Н. Закурдаева*
Переплет художника *В. Д. Колесника*

Сдано в набор 23/VIII 1965 г. Подписано в печать 23/III 1966 г. Бумага $84\times108^{1}/_{32}$. А-00135. Печ. л. 11,76. Уч.-изд. л. 11,07. Тираж 5000 экз. Цена 76 коп. Изд. № 590. Заказ 2085. Т. п. МГУ 1965 г. Бумага типографская № 2.

Отпечатано в типографии им. Котлякова издательства «Финансы» Комитета по печати при Совете Министров СССР. Ленинград, Садовая, 21, с матриц Ленинградской типографии № 4 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР, Социалистическая, 14.
Заказ № 582.

76 коп.