1.1 Общая структура межотраслевого баланса

Центральным элементом матричных моделей является так называемый межотраслевой баланс. Он представляет собой таблицу, характеризующую связи между различными отраслями экономики страны. Общая структура межотраслевого баланса представлена в таблице 3. 1

Таблица 3. 1

Общая структура межотраслевого баланса

Отрасли	1	2	…	j	…	n	Итого	Конечная продукция	Валовая продукция
1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1j}	…	x_{1n}	$\sum_{j=1}^{n} x_{1j}$	y_1	X_1
2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2j}	…	x_{2n}	$\sum_{j=1}^{n} x_{2j}$	y_2	X_2
…								…	…
i	x_{i1}	x_{i2}	…	x_{ij}	…	x_{in}	$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$	y_i	X_i
…								…	…
n	x_{n1}	x_{n2}	…	x_{nj}	…	x_{nn}	$\sum_{j=1}^{n} x_{nj}$	y_n	X_n
Итого	$\sum_{i=1}^{n} x_{i1}$	$\sum_{i=1}^{n} x_{i2}$	…	$\sum_{i=1}^{n} x_{ij}$	…	$\sum_{i=1}^{n} x_{in}$	$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$	$\sum_{i=1}^{n} y_i$	$\sum_{i=1}^{n} X_i$
Условно чистая продукция	V_1	V_2	…	V_j	…	V_n	$\sum_{j=1}^{n} V_j$		
Валовая продукция	X_1	X_2	…	X_j	…	X_n	$\sum_{j=1}^{n} X_j$		

Производственная сфера экономики представлена в балансе в виде совокупности n отраслей.

Баланс состоит из четырех разделов (квадрантов).

Первый квадрант представляет собой матрицу, состоящую из (n+1) строки и (n+1) столбца. Этот раздел является важнейшей частью баланса, поскольку именно здесь содержится информация о межотраслевых связях. Величина xij, находящаяся на пересечении i-й строки и j-го столбца, показывает, сколько продукции i-й отрасли было использовано в процессе

материального производства j-й отрасли. Величины xij характеризуют межотраслевые поставки сырья, материалов, топлива и энергии, обусловленные производственной деятельностью.

В i-й строке величины xi1, xi2,..., xij,..., xin описывают распределение продукции i-й отрасли как средства производства для других отраслей.

Величины x1j, x2j,..., xij,..., xnj j-го столбца в этом случае будут описывать потребление j-й отраслью сырья, материалов, топлива и энергии на производственные нужды.

Таким образом, первый раздел баланса дает общую картину распределения продукции на текущее производственное потребление всех n отраслей материального производства.

В зависимости от того, в каких единицах измеряются потоки продукции в балансе, существуют различные его варианты: в натуральном выражении, в денежном (стоимостном) выражении, в натурально-стоимостном, в трудовых измерителях. Мы рассмотрим баланс в стоимостном выражении, в котором потоки продукции измеряются на основе стоимости произведенной продукции в некоторых фиксированных ценах. Поскольку в этом случае величины xij отражают стоимость продукции, т. е. измеряются в одних и тех же единицах, их можно просуммировать.

Величина $\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$ представляет собой сумму всех поставок i-й отрасли другим отраслям.

Сумма по столбцу $\sum_{i=1}^{n} x_{ij}$ характеризует производственные затраты j-й отрасли на приобретение продукции других отраслей.

На пересечении (n+1) – й строки и (n+1) – го столбца находится величина $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$ – так называемый промежуточный продукт экономики.

Второй раздел посвящен конечному продукту. Столбец конечного продукта – (n+2) – й столбец. Величина yi – потребление продукции i-й отрасли, не идущее на текущие производственные нужды. В конечную

продукцию, как правило, включаются: накопление, возмещение выбытия основных средств, прирост запасов, личное потребление населения, расходы на содержание государственного аппарата, здравоохранение, оборону и т. д., а также сальдо экспорта и импорта.

Ко второму разделу относится также столбец валовых выпусков (Xi). В пределах первого и второго разделов справедливо соотношение:

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} + y_i, \quad i = \overline{1,n.} \quad (3.\ 1)$$

Третий квадрант межотраслевого баланса отражает стоимостную структуру валового продукта отраслей. В (n+2) – й строке таблицы отражена условно чистая продукция (Vj), представляющая собой разницу между величиной валовой продукции отрасли и суммарными затратами отрасли:

$$V_j = X_j - \sum_{i=1}^{n} x_{ij}, \quad j = \overline{1,n.} \quad (3.\ 2)$$

Условно чистая продукция подразделяется на амортизационные отчисления и чистую продукцию отрасли. Важнейшими составляющими чистой продукции отрасли являются заработная плата, прибыль и налоги.

Можно показать, что суммарный конечный продукт равен суммарной условно чистой продукции ($\sum_{i=1}^{n} y_i = \sum_{j=1}^{n} V_j$).

Из соотношений (3. 1) и (3. 2) :

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} + y_i, \quad i = \overline{1,n.}$$
$$X_j = \sum_{i=1}^{n} x_{ij} + V_j, \quad j = \overline{1,n.}$$

Просуммируем первое равенство по i, а второе – по j:

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

$$\sum_{j=1}^{n} X_j = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} x_{ij} + \sum_{j=1}^{n} V_j.$$

Левые части выражений равны, значит равны и правые:

$$\cancel{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}} + \sum_{i=1}^{n} y_i = \cancel{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} x_{ij}} + \sum_{j=1}^{n} V_j,$$

Откуда

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = \sum_{j=1}^{n} V_j,$$

что и требовалось доказать.

Таким образом, в третьем разделе также фигурирует конечный продукт, но если во втором разделе он разбивается на величины yi, характеризующие структуру потребления, то в третьем разделе величины Vj показывают, в каких отраслях произведена стоимость конечного продукта.

Четвертый раздел располагается под вторым. Он характеризует перераспределительные отношения в экономике, осуществляемые через финансово-кредитную систему. В плановых расчетах четвертый раздел, как правило, не используется, и поэтому в пределах нашего курса рассматриваться не будет.

Итак, рассмотренный нами межотраслевой баланс – это способ представления статистической информации об экономике страны. Он строится на основе агрегирования результатов деятельности отдельных предприятий. Такой баланс называют отчетным. Кроме этого строятся плановые балансы, предназначенные для разработки сбалансированных планов развития экономики.

1.2 Статическая межотраслевая модель

Статистические межотраслевые модели используются для разработки планов выпуска и потребления продукции и основываются на соотношениях межотраслевого баланса.

При построении модели делают следующие предположения:

1) все продукты, производимые одной отраслью, однородны и рассматриваются как единое целое, т. е. фактически предполагается, что каждая отрасль производит один продукт;

2) в каждой отрасли имеется единственная технология производства;

3) нормы производственных затрат не зависят от объёма выпускаемой продукции;

4) не допускается замещение одного сырья другим.

В действительности эти предположения, конечно, не выполняются. Даже на отдельном предприятии обычно выпускаются различные виды продукции, используются различные технологии, удельные затраты зависят от объема выпуска и в тех или иных пределах допускается замена одного сырья другим. Следовательно, эти предположения тем более неверны для отрасли. Однако такие модели получили широкое распространение и, как показала практика, они вполне адекватны и применимы для составления планов выпуска продукции.

При этих предположениях величина xij может быть представлена следующим образом:

$$x_{ij} = a_{ij}X_j,\ i = \overline{1,n},\ j = \overline{1,n}. \quad (3.\ 3)$$

Величина aij называется коэффициентом прямых материальных затрат. Она показывает, какое количество продукции i-й отрасли идет на производство единицы продукции j-й отрасли. Коэффициенты aij считаются в межотраслевой модели постоянными.

Подставляя выражение (3. 3) в формулу (3. 1), получим:

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j + y_i, \quad i = \overline{1,n}.$$

Это соотношение можно записать в матричном виде:

$$X = AX + Y, \quad (3.\ 4)$$

где X = (X1, X2,..., Xn) – вектор валовых выпусков;

Y = (y1, y2,..., yn) – вектор конечного продукта;

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} –$$

матрица коэффициентов прямых материальных затрат.

Коэффициенты прямых материальных затрат являются основными параметрами статической межотраслевой модели. Их значения могут быть получены двумя путями:

1) статистически. Коэффициенты определяются на основе анализа отчётных балансов за прошлые годы. Их неизменность во времени определяется подходящим выбором отраслей;

2) нормативно. Предполагается, что отрасль состоит из отдельных производств, для которых уже разработаны нормативы затрат; на их основе рассчитываются среднеотраслевые коэффициенты.

Выражение (3. 4) принято называть балансом распределения продукции. Его можно использовать для анализа и планирования структуры экономики. Если известны коэффициенты прямых материальных затрат, то, задав конечный продукт по каждой отрасли, можно определить необходимые

валовые выпуски отраслей. В этом заложена основная идея использования матричных моделей для планирования производства.

Преобразуем выражение (3. 4) :

$$X - AX = Y,$$
$$X (E - A) = Y,$$
$$X = (E - A) - 1Y, \quad (3.\ 5)$$

где E – единичная матрица.

До начала планирования следует выяснить, существует ли матрица, обратная матрице (E-A), и не будут ли получены отрицательные значения выпуска по отраслям.

Установим некоторые свойства коэффициентов прямых материальных затрат.

1. Неотрицательность, т. е. aij ≥ 0, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,n}$. Это утверждение следует из неотрицательности величин xij и положительности валовых выпусков Xj.

2. Сумма элементов матрицы A по любому из столбцов меньше единицы, т. е.

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} < 1, \quad i = \overline{1,n}.$$

Доказать это утверждение несложно.

Для любой отрасли условно чистая продукция есть величина положительная, поскольку включает в себя заработную плату, амортизацию, прибыль и т. д., т. е. Vj>0. Поэтому, используя соотношение (3. 2), можно записать:

$X_j > \sum_{i=1}^{n} x_{ij}$, из соотношения (3. 3) : $X_j > \sum_{i=1}^{n} a_{ij} X_j$,

откуда безусловно следует:

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} < 1,$$

таким образом, утверждение доказано.

Можно показать, что при выполнении этих двух условий матрица B = (E – A) – 1 существует и если ее элементы неотрицательны. Говорят, что в этом случае матрица прямых затрат A является продуктивной.

Перепишем формулу (3. 5) :

$$X = BY, \quad (3.\ 6)$$

Матрица B носит название матрицы полных материальных затрат, а ее элементы bij называют коэффициентами полных материальных затрат. Коэффициент bij показывает, каков должен быть валовый выпуск i-й отрасли для того, чтобы обеспечить выпуск единицы конечного продукта j-й отрасли.

Можно показать, что

$$B = E + A + A2 + A3 + \ldots \quad (3.\ 7)$$

Умножим обе части на (E – A) :

$$B\ (E - A) = (E + A + A2 + A3 + ..)\ (E - A),$$
$$B\ (E - A) = E + A + A2 + A3 + . - A - A2 - A3 - \ldots,$$
$$B\ (E - A) = E,$$
$$B = E / (E - A),$$
$$B = (E - A) - 1.$$

Доказано.

Из соотношения (3. 7) следует bij $\geq$ aij, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,n}$.Таким образом, коэффициент полных материальных затрат bij, описывающий потребность в выпуске продукции i-й отрасли в расчете на единицу конечного продукта j-й

отрасли, не меньше коэффициента прямых материальных затрат aij, рассчитываемого на единицу валового выпуска.

Кроме того, из соотношения (3. 7) для диагональных элементов матрицы B следует:

$$b_{ii} \geq 1, \; i = \overline{1,n}.$$

1.3 Модель динамического межотраслевого баланса

Межотраслевой баланс представляет собой экономико-математическую модель, образуемую перекрестным наложением строк и колонок таблицы, то есть балансов распределения продукции и затрат на ее производство, увязанных по итогам. Главные показатели здесь – коэффициенты полных и прямых затрат.

Динамическая модель межотраслевого баланса характеризует производственные связи народного хозяйства на ряд лет, отражает процесс воспроизводства в динамике. По модели межотраслевого баланса выполняются два типа расчетов: первый тип, когда по заданному уровню конечного потребления рассчитывается сбалансированный объем производства и распределения продукции; второй тип, включающий смешанные расчеты, когда по заданным объемам производства по одним отраслям (продуктам) и заданному конечному потреблению в других отраслях рассчитывается баланс производства и распределения продукции в полном объеме.

Наибольшее распространение получила матричная экономико-математическая модель межотраслевого баланса. Она представляет собой прямоугольную таблицу (матрицу), элементы которой отражают связи экономических объектов. Количественные значения этих объектов вычисляются по установленным в теории матриц правилам. В матричной модели отражается структура затрат на производство и распределение

продукции и вновь созданной стоимости.

Уравнение строк матрицы записывается следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{n} Xij + Yi = Xi$$

$$i= 1, 2, \ldots m;$$

Xij – поставка продукции отрасли i в отрасль j;

У i – конечная продукция отрасли i;

Xi – валовая продукция отрасли i.

Элементы строк представляют собой баланс распределения продукции, произведенной в различных отраслях экономики. Сумма внутренних производственных поставок и конечного продукта составляет валовой выпуск отрасли.

Уравнение столбцов матрицы выглядит следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{n} Xij + Zj = Xj, \text{ где}$$

Xij – затраты продукции отрасли i на производство продукции отрасли j;

Zj – затраты первичных ресурсов и вновь созданная стоимость в отрасли j;

Xj – валовые затраты включая вновь созданную стоимость в отрасли j.

Xi = Xj при i=j. При этом равенство одноименных строк и столбцов

означает, что стоимость распределенных и накопленных материальных благ и услуг равна сумме стоимостей произведенных затрат и вновь созданной стоимости.

Межотраслевой баланс известен в науке и практике как метод “затраты – выпуск”, разработанный В. В. Леонтьевым. Этот метод сводится к решению системы линейных уравнений, где параметрами являются коэффициенты затрат на производство продукции. Коэффициенты выражают отношения между секторами экономики (коэффициенты текущих материальных затрат), они устойчивы и поддаются прогнозированию. Решение системы уравнений позволяет определить, какими должны быть выпуск и затраты в каждой отрасли, чтобы обеспечить производство конечного продукта заданного объема и структуры. Для этого составляется таблица межотраслевых потоков товаров. Неизвестными выступают выпуск и затраты товаров, произведенных и использованных в каждой отрасли. Их исчисление с помощью коэффициентов и означает объемы производства, обеспечивающие общее равновесие. В случае выявления диспропорции с учетом заказов потребителей, в том числе и государственных, составляется план-матрица выпуска всех видов материальных благ и затрат на их производство.

Метод “затраты – выпуск” стал универсальным способом прогнозирования и планирования в условиях, как рыночной, так и директивной экономики. Он применяется в системе ООН, в США и других странах для прогнозирования и планирования экономики, структуры производства, межотраслевых связей.

1.4 Макроэкономические модели в прогнозировании. Факторный, лаговый и структурный аспекты сбалансированности экономики

Экономико-математические модели в прогнозировании широко используются при составлении социально-экономических прогнозов на

макроэкономическом уровне. К таким моделям относятся:

однофакторные и многофакторные модели экономического роста;

модели распределения общественного продукта (ВВП, ВНП, НД) ;

структурные модели;

межотраслевые модели;

модели воспроизводства основных фондов;

модели движения инвестиционных потоков;

модели уровня жизни и структуры потребления;

модели распределения заработной платы и доходов и др.

При использовании этих моделей необходимо учитывать воздействие факторного, лагового и структурного аспектов сбалансированности экономики и их синтеза на основе принципа оптимальности.

Факторный аспект сбалансированности экономики основывается на взаимосвязи между объемом выпуска продукции и затратами факторов производства. Он сводится к определению такой пропорции между факторами производства, которая позволяет обеспечить заданный выпуск продукции. Для определения таких количественных пропорций используются показатели эффективности затрат живого и овеществленного труда и объемы этих затрат.

Лаговый аспект сбалансированности основан на распрелении во времени затрат факторов производства и достигаемого при их взаимодействии эффекта. Главные лаговые характеристики связаны с воспроизводством основных фондов, а значит и с затратами капитальных вложений. Лаг – это запаздывание, временной интервал между двумя взаимозависимыми экономическими явлениями, одно из которых является причиной, а второе – следствием.

Структурный аспект сбалансированности основывается на пропорциях между I и II подразделениями общественного производства и взаимосвязях межотраслевых потоков продукции с элементами конечного потребления. Производство общественного продукта может быть обеспечено при

различной интенсивности потоков взаимозаменяемых предметов труда, а следовательно при разном соотношении между промежуточной и конечной продукцией.

Список литературы

Горелов С. А. Математические методы в прогнозировании. – М. : Прогресс, 2003

Карасев А. И. Математические модели в планировании. – М., 2004

Основы экономического и социального прогнозирования. / Под ред. Н. А. Мосина – М. : Высшая школа, 2005

Прогнозирование и планирование экономики. / Под ред. В. И. Борисевича, Г. А. Кандауровой. – Мн., 2000

Цыгичко В. А. Основы прогнозирования систем. – М. : Финансы и статистика, 2006.

М. Р. Ефремова, Е. В. Петрова «Общая теория статистики»: учебник, 2007 г.