

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАТРАТ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИЧЕСКИХ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

И. З. КАГАНОВИЧ

(Таллин)

1. ДВОЙСТВЕННЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ СВЯЗЕЙ

Межотраслевую балансовую модель можно рассматривать как задачу линейного программирования с единственным допустимым решением. Первый квадрант статической модели натурального межотраслевого баланса содержит информацию, относящуюся к левой части системы уравнений, связывающих переменные, итог второго квадранта дает ее правую часть — вектор конечной продукции, т. е. ограничений прямой модели, итог третьего квадранта — вектор ограничений двойственной модели (экзогенные затраты в виде затрат живого труда и амортизации средств труда на единицу валовой продукции). Переменными прямой модели служат валовые выпуски продукции, а двойственной — полные трудовые затраты или цены на стоимостном уровне.

Задание ограничивающих условий двойственной пары линейных моделей равносильно заданию соответствующих целевых функций, из чего следует, что в модели межотраслевого баланса заложена строго определенная по смыслу и математическому выражению концепция критерия оптимальности общественного воспроизводства. Таковыми служат здесь минимум суммы экзогенных затрат (прямая модель) — максимум выпуска конечной продукции (двойственная).

С аналогичных позиций рассмотрим теперь динамическую межотраслевую модель. Схематически матричное уравнение конечно-разностной динамической модели леонтьевского типа [1—4] можно представить в виде

$$(E + F_t)X_t = Z_t + A_t X_t + F_{t+1} X_{t+1}, \quad (1)$$

где E — единичная матрица; $X_t = (x_i^{(t)})$ — вектор-столбец валового выпуска продукции в t -м году; $Z_t = (z_i^{(t)})$ — вектор-столбец потребительской конечной продукции, т. е. конечной продукции сферы материального производства, поступающей в сферу потребления, включая капитальные вложения в непроемленную сферу; $A_t = (a_{ij}^{(t)})$ — квадратная матрица коэффициентов прямых текущих затрат средств производства i -го вида на единицу j -й валовой продукции в t -м году (для отраслей, выпускающих основные производственные фонды, коэффициенты $a_{ij}^{(t)}$ выражают выбытие фондов i -го вида на единицу j -й продукции за t -й год); $F_t = (f_{ij}^{(t)})$ — квадратная матрица коэффициентов фондоемкости — количества основных фондов в виде продукции i -й отрасли, потребного для выпуска единицы

валовой продукции j -й отрасли в t -м году *; t — год рассматриваемого периода, $t = 0, 1, 2, \dots, T, T + 1$, год $t = 0$ — базисный, T — последний год планового периода, $T + 1$ — начальный год следующего за ним периода; i — производимый, j — потребляемый продукт или соответственно отрасль-производитель и отрасль-потребитель, $i, j = 1, 2, \dots, m$.

Общий объем накопленной в виде основных производственных фондов и вновь созданной продукции отраслей в t -м году на приходной стороне баланса составляет $(E - F_1)X_1$. На стороне расхода кроме потребительской конечной продукции и текущих затрат средств производства в t -м году — основные производственные фонды, которые подлежат использованию в $t + 1$ -м году, $F_{t+1}X_{t+1}$, включая возмещение убыли и прирост основных фондов. Разность объема фондов в $t + 1$ -м и t -м годах представляет собой вектор дополнительных капитальных вложений в виде продукции t -го года. Если $F_{t+1} = F_t$, то $F_{t+1}X_{t+1} - F_tX_t = F_t(X_{t+1} - X_t)$.

Модель допускает использование в качестве F_t матрицы приростной фондоемкости (матрицы затрат валового выпуска i -й продукции в t -м году на единицу прироста j -й продукции в $t + 1$ -м году). В этом случае F_tX_t трактуется как вектор объемов основных производственных фондов в t -м году по восстановительной фондоемкости продукции этого года **.

В преобразованном виде балансовое уравнение (1) внесено в табл. 1

Таблица 1

Двойственные и обратные модели межотраслевых связей

Показатели	Модель	
	прямая	двойственная
Выходная величина	Модель 1 X_t	Модель 2 H_t
Уравнения	$R_t X_t - F_{t+1} X_{t+1} = Z_t$ $R_T X_T = Z_T + F_{T+1} X_{T+1} (*)$	$H_1 R_1 = P_1 + H_0 F_1 (*)$ $H_t R_t - H_{t-1} F_t = P_t$
Линейная форма	$L^{(1)} = \sum_{t=1}^T P_t X_t + H_0 F_1 X_1$	$L^{(2)} = \sum_{t=1}^T H_t Z_t + H_T F_{T+1} X_{T+1}$
Выходная величина	Модель 3 Z_t	Модель 4 P_t
Уравнения	$S_t Z_t + \Phi_{t+1} Z_{t+1} = X_t$ $S_T Z_T = X_T - \Phi_{T+1} Z_{T+1} (*)$	$P_1 S_1 = H_1 - P_0 \Phi_1 (*)$ $P_t S_t + P_{t-1} \Phi_t = H_t$
Линейная форма	$L^{(3)} = \sum_{t=1}^T H_t Z_t - P_0 \Phi_1 Z_1$	$L^{(4)} = \sum_{t=1}^T P_t X_t - P_T \Phi_{T+1} Z_{T+1}$

* Здесь обсуждается принципиальная, недетализированная схема динамической модели, в которой не отражены сроки создания фондов, длительность их службы, дифференцированные лаги капитальных вложений. Предполагается поэтому, что незавершенное строительство и не введенные в действие основные фонды учитываются в коэффициентах $f_{ij}^{(t)}$.

** Под восстановительной фондоемкостью продукции здесь понимается потребный для ее выпуска объем элементов основных фондов в новом виде и в современных условиях воспроизводства. Коэффициент $f_{ij}^{(t)}$ означает при этом и удельную приростную фондоемкость (для дополнительной продукции j -го вида в $t + 1$ -м году) и удельную восстановительную фондоемкость (для всего годового объема этой продукции).

(см. модель 1). В ней элементы матрицы $R_t = E + F_t - A_t$ имеют смысл удельных величин накопленной к концу t -го года продукции производящих отраслей за вычетом текущего потребления на единицу продукции потребляющих отраслей. В T -м, последнем году периода фондоемкость продукции $T + 1$ -го года $F_{T+1}X_{T+1}$ присоединяется к потребительской конечной продукции как входная величина модели, ибо фонды $F_{T+1}X_{T+1}$ будут использованы за пределами планового периода. Это как бы задаваемая потребность в основных фондах, которая предъявляется на входе модели к концу T -летнего периода. В табл. 1 уравнение модели 1, которое относится к T -му году, помечено значком (*).

При заданном векторе X_{T+1} — прогнозе выпуска продукции на $T + 1$ -й год, следующий за плановым периодом, — эта система может быть решена обратной рекурсией от $T + 1$ -го года до начала периода

$$X_t = (E - A_t + F_t)_{-1}(Z_t + F_t X_{t+1}). \quad (2)$$

Рассмотрим теперь модель, двойственную к модели 1 — межотраслевой дефлятор [5, 6]. Входная величина этой модели представляет собой вектор-строку экзогенных затрат $P_t = (p_j^{(t)})$ на единицу валового выпуска продукции в t -м году (в данном случае сюда входит заработная плата и платежи в фонды общественного потребления). Ее выходная величина — вектор-строка полных трудовых затрат $H_t = (h_j^{(t)})$ на единицу конечной продукции (табл. 1, модель 2). Модель предполагает ежегодную переоценку основных фондов по стоимости их воспроизводства. В затраты данной отрасли в t -м году входит разность между полной восстановительной стоимостью фондов в оценке $t - 1$ -го и t -го годов на единицу продукции

$$H_t = P_t + H_t A_t + H_{t-1} F_t - H_t F_t. \quad (3)$$

Основные фонды, используемые в году $t = 1$, были созданы до начала периода $[1, \dots, T]$ и поэтому имеют смысл экзогенных затрат для периода в целом, не воспроизводимых в течение этого периода в пределах данного хозяйственного комплекса (должны быть заданы на входе модели). В уравнении (*) модели 2 для первого года периода они из левой части перемещены в правую.

Линейная форма модели 1 имеет смысл суммы экзогенных затрат за период. Выпуск продукции X_1 в первом году периода входит в линейную форму с затратами $P_1 + H_0 F_1$, поэтому в ней дополнительно к сумме прямых затрат на труд $P_t X_t$ появляется слагаемое $H_0 F_1 X_1$ — стоимость основных фондов в оценке базисного года $t = 0$, произведенных до начала периода и используемых в году $t = 1$ [6]. Линейная форма двойственной модели 2 означает стоимость фонда потребления с добавлением восстановительной стоимости основных фондов $H_t F_{T+1} X_{T+1}$, которые будут использованы в $T + 1$ -м году, т. е. за пределами рассматриваемого периода *.

Умножив уравнения модели 1 на H_t слева, модели 2 на X_t справа и просуммировав их после этого для каждой модели, найдем, что значения линейных форм прямой и двойственной динамических межотраслевых моделей равны между собой. Если начальный вектор H_0 для базисного года задан, то уравнение модели 2 для каждого t , $t = 1, 2, \dots, T$, можно решить, пользуясь рекуррентным соотношением

$$H_t = (P_t + H_{t-1} F_t) (E - A_t + F_t)^{-1}. \quad (4)$$

* К сходной по смыслу линейной форме динамической модели пришел Л. Постышев, исследуя процесс переноса стоимости фондов на продукт в связи с их моральным износом [7, стр. 76].

Межотраслевой дефлятор такого вида позволяет рассчитать динамические ряды полных трудовых затрат (стоимостей) или их индивидуальных индексов в зависимости от того, в какой форме заданы матрицы A_i и F_i , в натуральной или стоимостной (в последнем случае начальный вектор H_0 всегда единичный).

2. ОБРАТНЫЕ МОДЕЛИ И ДВЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНОК

До сих пор выходная величина была больше входной или равна ей ($X_i \geq Z_i$, $H_i \geq P_i$). Этой паре двойственных моделей с положительными обратными связями поставим теперь в соответствие подобную же пару, но с отрицательными обратными связями. На входе модели, в которой осуществляется обратное по сравнению с моделью 1 преобразование, задается вектор ресурсов валовой продукции $X_i = (x_j^{(i)})$, а на выходе определяется вектор $Z_i = (z_j^{(i)})$ потребительской конечной продукции за каждый год планового. В табл. 1 матрица $S_i = (E - \Phi_i + B_i)$, где $B_i = (b_{ji}^{(i)})$ — матрица коэффициентов полных текущих затрат валового выпуска j -й продукции на единицу потребительской конечной продукции i -го вида, $B_i Z_i = A_i X_i$; $\Phi_i = (\varphi_{ji}^{(i)})$ — матрица коэффициентов полной фондоемкости единицы i -й потребительской конечной продукции по j -й так что $\Phi_i Z_i = F_i X_i$. Фондоемкость продукции $T+1$ -го года учитывается на входе модели (см. уравнение (*) модели 3 для T -го года). Модель 3 по отношению к модели 1 будем называть обратной; модель 4 — обратный межотраслевой дефлятор — устанавливает зависимость искомого выходного вектора $P_i = (p_t^{(i)})$ прямых экзогенных затрат t -го года от входного вектора полных трудовых затрат $H_i = (h_t^{(i)})$. Посредством этой модели делается прогноз удельных затрат на труд, включая общественные фонды потребления. В первом году периода ($t=1$) на входе модели 4 — стоимость единицы продукции этого года за вычетом величины прошлогодней ($t=0$) восстановительной стоимости фондов на единицу продукции (см. уравнение (*) модели 4). Сказанное о входных величинах моделей 3 и 4 определяет соответствующие линейные формы, причем их значения между собой равны. Не только для рассматриваемых, но и для любой пары линейных двойственных моделей существует вторая, симметричная ей пара. В частности, решив двойственные задачи линейного программирования, можем считать, что одновременно решена еще одна пара двойственных задач. Их оптимальные планы тождественны векторам коэффициентов при оптимальных значениях переменных соответствующих исходных задач. В статике экстремальные значения целевых функций симметричных пар двойственных моделей совпадают.

С точки зрения планирования, симметрия моделей отражает тот факт, что среди экономических параметров, строго говоря, ни один не может считаться заранее известным и постоянно выполнять в плановых расчетах роль заданной величины. Исходные данные о продукции, потребностях, затратах и ценах, в конечном счете, — лишь гипотезы, проверяемые, уточняемые и взаимосогласуемые в процессе планирования. Схематично этот процесс можно представить в виде встречных итераций, когда параметры моделей попеременно становятся то искомыми, то заданными. Как мы видели, в исходных моделях полагаются заданными главным образом параметры нетто, т. е. такие, которые не содержат внутреннего оборота производственного комплекса (конечная продукция, экзогенные затраты, коэффициенты прямых затрат). Параметры брутто — валовые выпуски, мощности, цены — являются искомыми. С помощью обратных моделей осуществляется планирование с заданными производственными мощностями

и другими параметрами брутто на входах модели и выпусками конечных продуктов, экзогенными затратами как искомыми величинами — на выходах.

По принципу встречных итераций может быть формализован обмен информацией и координация параметров управления на разных уровнях планирования. Он иллюстрирует органичное единство производственных и потребительских целей плана, достигаемое в процессе формирования общественно необходимых затрат и экономии труда под воздействием факторов производства и потребления [8, стр. 314, 368—370].

Допустим, что модели в табл. 1 получены путем оптимизации многовариантных линейных динамических задач [9, стр. 44—46]. Тогда можно считать, что моделям 1 и 4 отвечают задачи на минимум затрат, а моделям 2 и 3 — на максимум результатов. Модель 1 дает величины валовых выпусков продукции, при которых сумма экзогенных затрат минимальна и спрос на потребительскую конечную продукцию удовлетворен. С помощью модели 4, наоборот, определяются экзогенные затраты и минимизируется валовой выпуск продукции при заданных нижних уровнях цен на конечную продукцию. Максимум результатов в модели 3 имеет смысл наибольшего потребительского эффекта (общественной полезности) искомым величинам конечной продукции (в оптимальных ценах) при ограничениях по ресурсам (здесь — по валовым количествам продукции). В модели 2 для максимизации целевой функции задачи — суммарного фонда потребления — находятся оптимальные цены при заданных верхних уровнях экзогенных затрат. В четырех моделях один и тот же параметр проявляет себя по-разному. В модели 2, если план оптимален, компонента вектора H_i представляет собой полные общественно необходимые затраты на производство единицы продукции — результат суммирования всех статей затрат. Для модели 1 $h_j^{(t)}$ — величина дополнительного полезного эффекта в народном хозяйстве от увеличения на единицу выпуска данного вида конечной продукции, т. е. частная производная экстремального значения целевой функции задачи по соответствующей компоненте вектора ограничений Z_i (двойственная оценка, разрешающий множитель). В задачах, которые строятся по типу моделей 3 и 4, H_i — вектор цен, фиксированных на входе второй из них, и коэффициент целевой функции в первой (заданные цены на продукты и ресурсы).

Для модели 2 разрешающими множителями служат компоненты вектора X_i , каждая из которых выражает предельное приращение затрат на производство в народном хозяйстве при увеличении на один рубль экзогенных затрат в данной отрасли. Вектор X_i определяется в модели 1 (двойственной к модели 2), где он имеет смысл вектора оптимального объема производства ресурсов, соответствующего спросу на конечную продукцию. Как заданные количества ресурсов компоненты вектора X_i фигурируют на входе модели 3 и в линейной форме модели 4. Компоненты вектора P_i в модели 3 — показатели предельной эффективности ресурсов (их двойственные оценки), т. е. затраты, которые экономятся от использования дополнительной единицы данного ресурса. Подобно тому, как двойственные оценки $h_j^{(t)}$ служат в задаче, решаемой в форме модели 1, для выбора варианта производства с целью минимизации затрат, в модели 3 с помощью двойственных оценок $p_i^{(t)}$ осуществлен выбор варианта потребления — номенклатуры и объема конечной продукции для максимизации ее полезного эффекта*. В моделях 1 и 2 фиксированная оценка валовой продукции

* На существование двух систем о.о. оценок (одной для продукции, другой для производственных факторов) указано в [10, стр. 75].

$p_j^{(1)}$ — это величина экзогенных затрат на единицу валовой продукции, которая в качестве выходной величины модели 4 измеряет прямые общественно необходимые затраты труда на единицу ресурса, окупаемые при данном уровне цен и предложении ресурсов. Аналогично определяется смысл вектора Z_t .

Каждому типу модели соответствует также определенная форма отражения удельных капитальных затрат. Как видно из табл. 1, модель 2 строится на коэффициентах прямых натуральных затрат, в том числе капитальных, и величинах полных трудовых затрат либо цен. Модель 4, наоборот, рассчитана на коэффициенты полных натуральных и прямых затрат на труд. Все формы включения сопряженных затрат, в частности капитальных, в стоимостные показатели являются промежуточными между этими двумя крайними. Естественно, что круг учитываемых сопряжений и полнота стоимостной оценки материальных затрат должны строго соответствовать друг другу.

Из сказанного следует, что при адекватных ценах в формуле приведенных затрат (в принципе она того же строения, что и модель 2) не требуется отдельно учитывать капитальные вложения в смежные отрасли (сопряженные вложения): это привело бы к повторному счету. Если потребляемые материалы и энергия оценены по себестоимости производства или по другой близкой к ней величине затрат, возникает необходимость дополнительно принимать в расчет сопряженные вложения. Этот принцип освещен в [11, стр. 94], но в [12] указание учитывать сопряженные капитальные затраты не связано с тем, в какой оценке должны быть при этом даны материальные затраты.

3. МЕРА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДИСКОНТИРОВАНИЯ В БАЛАНСОВЫХ МОДЕЛЯХ

По смыслу конечно-разностных динамических моделей эффект капитальных вложений непосредственно выражается в приросте валовой $X_{t+1} - X_t$ (модель 1) или погребительской конечной продукции $Z_{t+1} - Z_t$ (модель 3) и в снижении полных трудовых $H_{t+1} - H_t$ (модель 2) или прямых $P_{t+1} - P_t$ затрат (модель 4). Если решены динамические задачи и таким путем получены хронологические ряды искомых параметров, то можно пересчитать годовые приращения последних в относительные величины. Соответствующий член уравнения модели делится и умножается при этом на одно и то же число — значение переменной. В таком случае результат использования основных фондов или капитальных вложений будет выражен уже не абсолютной, а относительной величиной — коэффициентом эффективности, означающим темп прироста продукции или снижения затрат, т. е. долю, на которую они изменятся при использовании фондов.

Эффективность вложений и фондов чаще всего рассматривается со стороны их влияния на затраты*. Введем обозначения темпов снижения затрат за некоторый фиксированный год τ : для модели 2

$$\frac{h_i^{(\tau-1)} - h_i^{(\tau)}}{h_i^{(\tau)}} = \frac{\Delta h_i^{(\tau)}}{h_i^{(\tau)}} = \psi_i^{(\tau)} \quad (5)$$

* О коэффициенте эффективности мы говорим как о динамическом по своей природе показателе [10, стр. 292, 257, 258], но вопроса о нормативной его величине в данной работе не обсуждаем.

(темпы снижения полных трудовых затрат за год τ и в i -й отрасли, производящей средства труда); для модели 4

$$\frac{p_j^{(\tau-1)} - p_j^{(\tau)}}{p_j^{(\tau)}} = \frac{\Delta p_j^{(\tau)}}{p_j^{(\tau)}} = \lambda_j^{(\tau)} \quad (6)$$

(темпы снижения прямых затрат на труд в j -й производящей отрасли). Выражения (5) и (6) можно истолковать и несколько иначе. Величина $1/h_i^{(\tau)} = l_i^{(\tau)}$ — полная производительность общественного труда в году τ по выпуску потребительской конечной продукции на рубль полных трудовых затрат в i -й отрасли *. Следовательно,

$$\psi_i^{(\tau)} = \frac{h_i^{(\tau-1)}}{h_i^{(\tau)}} - 1 = \frac{l_i^{(\tau)}}{l_i^{(\tau-1)}} - 1 \quad (6')$$

представляет собой годовой темп прироста полной производительности труда в i -й отрасли в указанном измерении. Аналогично величину $\lambda_j^{(\tau)}$ можно интерпретировать как темп прироста прямой производительности труда в j -й отрасли по валовому выпуску продукции на рубль затрат на труд.

Обозначим соответствующие диагональные матрицы темпов снижения затрат через $(\text{diag } \psi_i^{(\tau)})$, $(\text{diag } \lambda_j^{(\tau)})$ и запишем уравнения моделей 2 и 4 для года τ по типу (3), считая что необходимая для этого информация получена на основании анализа динамических моделей из табл. 1 (индексы τ опустим).

Уравнение для модели 2

$$H = P + HA + H(\text{diag } \psi_i)F, \quad (7)$$

для модели 4

$$P = H - PB - P(\text{diag } \lambda_j)F. \quad (8)$$

В калькуляции (9), соответствующей матричному уравнению (7), коэффициент эффективности основных фондов ψ_i переводит фондоемкость единицы j -й продукции в годовой прирост этого показателя, равный накопленной части удельной стоимости прибавочного продукта j -й отрасли **

$$h_j = p_j + \sum_{i=1}^m a_{ij}h_i + \sum_{i=1}^m \psi_i f_{ij}h_i. \quad (9)$$

Основные производственные фонды с темпом прироста полной производительности общественного труда ψ_i в качестве коэффициента приведения — неперменная составная часть полных трудовых затрат на единицу продукции j -го вида при расширенном воспроизводстве.

В случае простого воспроизводства и отсутствия технического прогресса $H(\text{diag } \psi_i)F = 0$, и вся стоимость прибавочного продукта входит в фонд потребления. В модели это выразится в том, что затраты живого труда, эквивалентные заработной плате с пропорциональной ей прибылью, образуют единый параметр на входе (вектор P). Для расширенного воспроиз-

* Измерение труда его оплатой означает редукцию труда, так что речь идет о производительности редуцированного труда, затраты которого выражаются в рублях.

** Речь идет о модели леонтьевского типа, поэтому в калькуляциях здесь не выделена плата за природные ресурсы, что в принципе необходимо.

водства нужно, чтобы объем потребительской продукции был меньше суммы необходимого и прибавочного продукта и чтобы последний частично возвращался в сферу производства в виде капитальных вложений. В динамических моделях этот процесс реализуется таким путем, что накопления относятся на единицу продукции не прямо, как прибавочный продукт в условиях простого воспроизводства, а через затраты средств труда на создание дополнительных производственных мощностей или обновление технической базы. Поэтому при расширенном воспроизводстве часть прибыли принимает форму затрат. Отсюда термин «приведенные затраты», который закрепился за стоимостным параметром в составе текущих и доли капитальных затрат.

Выражая скорость изменения выходных величин моделей, оптимальные темпы снижения полных и прямых трудовых затрат $1 + \psi_j^{(r)}$, $1 + \lambda_i^{(r)}$ служат соизмерителями одноименных экономических показателей, относящихся к разным годам планового или прошедшего периода. В случае равномерного роста производительности редуцированного труда, со среднегодовым темпом $1 + \bar{\psi}_j$ (по конечной продукции) и $1 + \bar{\lambda}_i$ (по валовой), трудовые затраты на единицу в t -м году составят по отношению к уровню базисного года

$$h_j^{(t)} = \frac{1}{(1 + \bar{\psi}_j)^{t-1}} h_j^{(1)}, \quad p_i^{(t)} = \frac{1}{(1 + \bar{\lambda}_i)^{t-1}} p_i^{(1)}. \quad (10)$$

Если $\bar{\psi}_j, \bar{\lambda}_i > 0$, то $h_j^{(t)} < h_j^{(1)}$, $p_i^{(t)} < p_i^{(1)}$. Рост продукции и снижение затрат на единицу — две формы выражения эффекта расширенного воспроизводства. Деление $h_j^{(1)}$ и $p_i^{(1)}$ в (10) на темпы снижения затрат, которые служат здесь коэффициентами дисконтирования, — это способ расчета затрат в t -м году в случае, когда для калькуляции затрат будущих периодов используются цены базисного периода вследствие относительной стабильности масштаба цен. Подобного рода расчеты принято трактовать как приведение затрат к условиям начального периода, но в них можно видеть коррекцию цен на основании прогноза динамики затрат.

Таким образом, каждому из типов динамических моделей свойственна специфическая для нее мера эффективности основных фондов и капитальных вложений. В современной экономике утвердился показатель эффективности, который ведет происхождение от динамических параметров, относящихся к модели типа 2, т. е. от темпов прироста полной производительности общественного труда. Различие в содержании коэффициентов эффективности в моделях продукции и затрат не всегда осознается. Вопреки мнению некоторых авторов (см., например, [13, стр. 372—424]), темпы прироста валовой или чистой продукции не могут служить показателями эффективности в модели приведенных затрат, ибо принадлежат моделям иного типа и потому отражают эффективность вложений в разном смысле и, как правило, количественно не сопоставимы. Валовая продукция и физический объем национального дохода в современных условиях нашей экономики растут быстрее, чем производительность труда. Поэтому эффективность вложений со стороны прироста продукции измеряется коэффициентом большей величины, нежели при оценке эффективности снижением затрат.

Оптимальные темпы роста производства и снижения затрат между собой совпадают и в роли показателей эффективности едины лишь в отдельных случаях, в частности: а) если эти темпы являются целевыми функциями соответствующих моделей, таких, как модель В. В. Новожи-

лова [8, стр. 196—201] и простая расширяющаяся модель Дж. фон Неймана [14, стр. 386—400]; б) если во всех отраслях продукция растет без привлечения дополнительных трудовых ресурсов, т. е. за счет роста производительности труда (технического прогресса).

4. ОПЫТ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ ЗАТРАТ

В ряде случаев выходные параметры рассмотренных моделей изменяются во времени скачкообразно, по ступенчатой траектории [15, стр. 86]. Возможны также их отрицательные значения, так как $E - A_i + F_i$ не является продуктивной матрицей. Обычно управление динамическими моделями осуществляется путем воздействия только лишь на показатели конечной продукции и экзогенных затрат. Компенсировать очевидную недостаточность такого подхода можно методом встречных итераций, упомянутым выше. Метод применен в Институте экономики Академии наук Эстонской ССР для прогнозирования полных трудовых затрат и полной производительности труда на модели межотраслевого дефлятора (запрограммирована для ЭВМ «Минск-22» и освоена 30-отраслевая модель).

В интервале времени 5—8 лет динамика полных трудовых затрат существенно зависит от исходного уровня экзогенных затрат — прямых затрат заработной платы и платежей в фонды общественного потребления, приходящихся на единицу продукции каждой отрасли*. Этот уровень, однако, не может быть задан на входе модели на основании априорных соображений: скорость изменения выходных параметров в свою очередь влияет на входные величины экзогенных затрат, поскольку с ней, как это следует из (11), функционально связаны отраслевые коэффициенты производственного накопления — вектор $\Omega_i = (\omega_j^{(i)})$, означающие долю накапливаемой части прибыли во вновь созданной стоимости

$$\Omega_i = \Psi_i F_i (E - A_i)^{-1}. \quad (11)$$

Здесь $\Psi_i = (\psi_j^{(i)})$ — вектор коэффициентов эффективности капитальных вложений, т. е. темпов прироста полной производительности труда (снижения полных трудовых затрат).

Сказанное иллюстрируется табл. 2, где при данном векторе годовых темпов прироста прямой производительности труда (снижения экзогенных затрат) $\Lambda = (\lambda_i)$ уровень затрат в году 0 принят в двух вариантах**.

Вариант II с более высокими экзогенными затратами, естественно, отличается более низкими среднегодовыми коэффициентами эффективности капитальных вложений и коэффициентами производственного накопления. Поскольку входной и выходной параметры модели дефлятора друг от друга зависят, первоначально должна быть принята некоторая гипотеза относительно экзогенных затрат в первый год планового периода (P_1), чтобы на этом основании определить траекторию вектора H_i , которая используется затем для коррекции экзогенных затрат с помощью обратной модели. Основанием служат те или иные требования, предъявляемые к динамике стоимостей (например, максимизация темпов их снижения, равномерность этого снижения, изменение по экспоненциальной кривой, учет предыстории и т. д.). Особое значение имеет учет непрерывности процесса экономического развития и последствий капитальных вложений, произведенных до начала планового периода. Это повышает надежность прогноза и вместе с

* В случае прогнозирования на 15—20 лет вперед начальное состояние модели уже не оказывает заметного влияния на динамику выходных параметров.

** Эта и последующие таблицы не содержат конкретной информации.

Таблица 2

Коэффициенты производственного накопления (Ω) и эффективности капитальных вложений (Ψ) в 0—5-х гг. при двух вариантах экзогенных затрат P_0

Отрасль	Λ, %	P ₀		Ω, %		Ψ, %	
		Вариант					
		I	II	I	II	I	II
Машиностроение и металлообработка	4,8	0,527	0,556	9,0	5,2	6,6	4,2
Электроэнергетика, топливная и химическая промышленность	16,7	0,185	0,283	25,8	15,1	13,4	7,5
Лесная, деревообрабатывающая и бумажная промышленность	5,6	0,348	0,378	12,0	7,0	8,1	4,9
Промышленность стройматериалов и строительство	6,9	0,326	0,378	14,9	8,8	8,6	4,8
Легкая промышленность	12,8	0,389	0,399	5,5	3,3	12,6	9,2
Пищевая промышленность	7,1	0,244	0,268	18,0	10,4	10,0	5,8
Сельское и лесное хозяйство	9,5	0,328	0,426	26,0	14,8	11,9	6,5
Транспорт, связь, сфера обращения	2,8	0,573	0,661	16,3	9,5	6,2	2,9
Прочие отрасли	4,9	0,481	0,506	11,7	6,7	7,5	4,4

тем дает возможность установить такой уровень экзогенных затрат, который был бы обусловлен в первую очередь темпами роста производительности труда и в меньшей мере зависел от состояния модели в начале периода.

При заданных матрицах A_i , F_i и векторе Λ_i последовательность расчетов такова.

1°. Принимая постоянными для всего периода параметры A_i , F_i , Λ_i и исходя из векторов P_1 и $H_0 = (1, \dots, 1)$, находим с помощью рекуррентного соотношения (4) траекторию вектора H_i (обыкновенно достаточно 8—10 шагов).

2°. На этой траектории фиксируем шаг τ , начиная с которого $|h_j^{(t)}/h_j^{(t-1)} - h_j^{(t+1)}/h_j^{(t)}| \leq \varepsilon$, $j = 1, 2, \dots, m$, где ε — наперед заданное число, например 0,01 или 0,001.

3°. Принимаем $h_j^{(\tau)}/h_j^{(\tau-1)}$ за $\hat{h}_j^{(1)}$ — скорректированные компоненты вектора $\hat{H}_1$ в году $t = 1$. Задавая этот вектор на входе обратной модели, определяем скорректированный вектор экзогенных затрат $\hat{P}_1$.

4°. Введя в модель $\hat{P}_1$, $\hat{H}_1$, Λ_i , A_i , F_i , $t = 2, \dots, T$, получим исправленную траекторию вектора $\hat{H}_t$ с учетом ее обратного влияния на экзогенные затраты.

Первая коррекция уровней и темпов снижения экзогенных затрат может оказаться чрезмерной или недостаточной по тем или иным ограничительным признакам. В таком случае, вновь воздействуя описанным способом на векторы H_i и P_i , согласовываем их с этими ограничениями (если последние реализуемы при данной структуре межотраслевых связей). В табл. 3 представлен пример расчета динамики полных трудовых затрат при $\varepsilon = 0,01$ и постоянных матрицах A и F . Использован вариант модели, где F — матрица капитальных вложений на прирост продукции (матрица приростной фондоемкости).

Исходная гипотеза относительно уровня и динамики экзогенных затрат приводит к резким колебаниям в темпах изменения полных трудовых затрат, причем наибольший скачок приходится на первый год периода. Кор-

Таблица 3

Цепные индексы полных трудовых затрат при заданных P_0 и скорректированных $\hat{P}_0$ экзогенных затратах и постоянных темпах их снижения

Отрасль	$\Lambda, \%$	P_0	$h_j^{(t)}/h_j^{(t-1)}$			$\hat{P}_0$	$\hat{h}_j^{(t)}/\hat{h}_j^{(t-1)}$		
			год 0	год 1	год 2		год 0	год 1	год 2
Машиностроение и металлообработка	3,2	0,388	0,783	0,935	0,915	0,542	0,941	0,948	0,955
Электроэнергетика, топливная и химическая промышленность	11,1	0,270	1,063	0,880	0,826	0,220	0,878	0,886	0,904
Лесная, деревообрабатывающая и бумажная промышленность	3,8	0,289	0,861	0,912	0,905	0,362	0,928	0,936	0,945
Промышленность стройматериалов и строительство	4,6	0,287	0,931	0,847	0,910	0,347	0,916	0,932	0,941
Легкая промышленность	8,6	0,276	0,699	0,892	0,907	0,407	0,913	0,918	0,920
Пищевая промышленность	4,7	0,191	0,885	0,910	0,902	0,255	0,911	0,921	0,930
Сельское и лесное хозяйство	6,3	0,376	0,944	0,955	0,886	0,365	0,899	0,902	0,913
Транспорт, связь, сфера обращения	1,8	0,491	0,910	0,921	0,895	0,601	0,935	0,943	0,955
Прочие отрасли	3,3	0,387	0,840	0,932	0,925	0,495	0,933	0,942	0,948

Таблица 4

Цепные индексы полных трудовых затрат при постоянных и при измененных в 4-м г. коэффициентах материальных и капитальных затрат и темпах снижения экзогенных затрат

Отрасль	$\Lambda, \%$	$\hat{h}_j^{(t)}/\hat{h}_j^{(t-1)},$ ($A, F = \text{const}$)			$\Lambda, \%$	$\hat{h}_j^{(t)}/\hat{h}_j^{(t-1)}$ при $A, F = 4$	
		год 3	год 4	год 5		год 4	год 5
Машиностроение и металлообработка	3,2	0,959	0,961	0,963	4,2	0,974	0,957
Электроэнергетика, топливная и химическая промышленность	11,1	0,915	0,923	0,930	14,4	0,899	0,930
Лесная, деревообрабатывающая и бумажная промышленность	3,8	0,950	0,953	0,956	6,4	0,925	0,943
Промышленность стройматериалов и строительство	4,6	0,948	0,952	0,955	5,6	0,947	0,957
Легкая промышленность	8,6	0,922	0,924	0,925	9,1	0,950	0,924
Пищевая промышленность	4,7	0,937	0,942	0,946	5,3	0,933	0,945
Сельское и лесное хозяйство	6,3	0,922	0,930	0,935	6,9	0,926	0,932
Транспорт, связь, сфера обращения	1,8	0,962	0,967	0,970	2,8	0,969	0,969
Прочие отрасли	3,3	0,952	0,956	0,958	4,3	0,955	0,953

рекция вектора экзогенных затрат путем встречной итерации дает план, при котором полные затраты снижаются равномерно. По сравнению с первоначальным этот план более адекватен заданному условию постоянства годовых темпов прироста прямой производительности труда.

В табл. 4 продолжен хронологический ряд цепных индексов полных трудовых затрат при скорректированной величине экзогенных затрат $\hat{P}_0$.

Индексы 4-го и 5-го гг. даны в двух вариантах: при тех же матрицах A и F и векторе Λ , что и в 0-м г., и при измененных в 4-ом г. Изменение коэффициентов материальных затрат и фондоемкости, сопровождаемое ускоренным снижением экзогенных затрат, в определенной мере компенсирует тенденцию к торможению темпов снижения полных трудовых затрат, явственно обнаруживающуюся при постоянных матрицах A и F (см. табл. 4). Чтобы темпы роста полной производительности труда не убывали, прямая производительность должна расти ускоренными темпами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Х. Ченери, П. Кларк. Экономика межотраслевых связей. М., Изд-во иностр. лит., 1962.
2. Н. Ф. Шатилов. Моделирование расширенного воспроизводства. М., «Экономика», 1967.
3. В. В. Коссов. Межотраслевой баланс. М., «Экономика», 1966.
4. Ю. Эннусте. Разработка моделей межотраслевого баланса. В сб. Экономико-математические исследования народного хозяйства Эстонской ССР. Таллин, «Валгус», 1968.
5. И. Каганович. Межотраслевой дефлятор и смежные модели. Первая конференция по оптимальному планированию и управлению народным хозяйством. Тез. докл. Секция III. М., 1971.
6. И. Каганович. Динамическая модель цен и смежные модели. Изв. АН ЭстССР. Обществ. науки, 1971, № 3.
7. Л. Постышев. Моральный износ и его учет в плановом ценообразовании и динамических моделях. Вопросы экономики, 1971, № 2.
8. В. В. Новожиллов. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. М., «Экономика», 1967.
9. Л. В. Канторович, В. Л. Макаров. Оптимальные модели перспективного планирования. В сб. Применение математики в экономических исследованиях. Т. 3. М., «Мысль», 1965.
10. Л. В. Канторович. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М., Изд-во АН СССР, 1959.
11. А. Б. Залесский. Учет эффективности затрат в сопряженных производствах. Вопросы экономики, 1969, № 5.
12. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., «Экономика», 1969.
13. З. Ф. Чуханов. Некоторые проблемы топлива и энергетики. М., Изд-во АН СССР, 1961.
14. Д. Гейл. Теория линейных экономических моделей. М., Изд-во иностр. лит., 1963.
15. Проблемы оптимального функционирования социалистической экономики. М., «Наука», 1972.

Поступила в редакцию
19 XII 1969