

ПРОБЛЕМЫ
ПОСТРОЕНИЯ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НАРОДНО-
ХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МОДЕЛЕЙ

*Моделирование
американской
экономики*

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МОДЕЛЕЙ

МОДЕЛИРОВАНИЕ АМЕРИКАНСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Ответственный редактор
доктор экономических наук *C. M. Меньшиков*



*ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск · 1975*

Монография посвящена вопросам построения экономико-математических моделей экономики капиталистических стран, прежде всего США. Рассматриваются два вида моделей: межотраслевые и односекторные. Они используются для анализа закономерностей и механизма капиталистического воспроизводства, долговременных структурных сдвигов в экономике, факторов, определяющих темпы развития капиталистических стран, характер и продолжительность циклических колебаний. Модели служат также средством прогнозирования капиталистической экономики и анализа конкретных вопросов экономического и научно-технического соревнования двух систем. На материалах, собранных во время научных командировок в США, рассказано об эконометрических моделях американских авторов, проведено сопоставление их результатов с прогнозами, выполненными авторами данной монографии.

Книга рассчитана на специалистов в области экономической кибернетики, экономистов, преподавателей политической экономии, всех, кто интересуется экономикой капиталистических стран и вопросами применения математических методов к анализу экономических проблем.

Авторы:

Е. М. ЛЕВИЦКИЙ, С. М. МЕНЬШИКОВ, Ю. А. ЧИЖОВ

M $\frac{10803 - 820}{042(02) - 75}$ 237 - 74

© Издательство «Наука», 1975.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В предлагаемой монографии излагаются некоторые результаты исследований, проводимых в последние годы в секторе моделирования экономики капиталистических стран Института экономики и организации промышленного производства СО АН СССР. В книге рассматриваются модели таких капиталистических стран, как Англия, Япония, но основное внимание уделено экономике главной капиталистической страны — США.

Развивающееся в нашей стране моделирование капиталистической экономики актуально по ряду причин. Экономико-математические модели, в основе которых лежит марксистско-ленинская экономическая теория и методология, выступают мощным средством анализа закономерностей и механизма капиталистического воспроизводства, помогают лучше понять глубоко противоречивый, циклический характер развития капиталистической экономики. С помощью моделей прослеживаются долговременные структурные сдвиги в экономике США и других стран, внутренние и внешние факторы, определяющие неравномерность их развития.

Построенные на статистическом материале базового периода, модели служат также для прогнозирования капиталистической экономики на разные сроки. Прогнозные расчеты на моделях имеют большой теоретический интерес и важное прикладное значение. Они позволяют более конкретно изучать вопросы, относящиеся к экономическому и научно-техническому соревнованию двух систем и прежде всего главных стран мирового социализма и капитализма — СССР и США. Описанные модели в настоящее время широко используются для такого анализа, в частности для прогноза на период до 1990 г.

Монография посвящена моделям двух видов. В первом разделе излагаются вопросы построения межотраслевых динамических моделей с годовым шагом. Такие модели предназначены главным образом для анализа структурных сдвигов в экономике и для долгосрочных прогнозов (на 5 и более лет). Во втором разделе рассматриваются малоразмерные односекторные модели с квартальным шагом. Эти модели нацелены преимущественно на исследование циклических зако-

номерностей и краткосрочное прогнозирование (1—2 года). Многоотраслевые и односекторные модели являются взаимодополняющими сферами анализа. Их органическое соединение позволяет исследовать капиталистическое воспроизводство в присущем ему противоречивом единстве роста (расширенного воспроизводства) и периодического повторения кризисов (цикла).

В разделе о межотраслевых моделях специальное внимание уделено анализу факторов долгосрочного роста экономики США. В опубликованных работах на эту тему преобладает исследование факторов роста производственного потенциала.⁴ Авторы данной монографии сосредоточились на другом не менее важном для капиталистической экономики аспекте, а именно, на факторах роста общественного спроса, т. е. рынка. Насколько нам известно, такой анализ на основе моделей применительно к США проводится впервые. Предложенная в работе методика позволяет количественно разложить рост общественного спроса на внутренние факторы, связанные со структурными сдвигами технико-экономического и социального характера, и внешние факторы, такие как рост внутреннего и внешнего рынка.

Результаты этого исследования показывают, что современная американская экономика в очень значительной степени зависит от государственных заказов и от экспортной экспансии. Для сохранения среднегодового темпа в 3,7—4%, необходимого для загрузки производственных мощностей на уровне 80—90%, требуется систематическая поддержка со стороны государства и достаточно быстрый рост экспорта. С этой точки зрения подвергнуты критическому анализу программы фискальной политики, рассчитанные на ускорение темпов роста экономики США при замедленном росте государственных расходов на гражданские цели. Проведенное исследование показывает также значительно большую эффективность невоенных закупок как средства стимулирования общественного спроса по сравнению с программами гонки вооружения.

Хотя многоотраслевые модели используются главным образом для структурного анализа, они отражают и циклический характер развития американской экономики. Математический анализ динамических свойств таких моделей показал, что в них сочетается внутренний, эндогенный рост с определенным спектром колебаний, из которых выделяются колебания продолжительностью в 4—5 и 8—10 лет, реально наблюдаемые в экономике США в послевоенные годы. Соединение в одной модели эндогенного роста и цикла является шагом вперед по сравнению с ранее известными моделями.

Этот результат подтвержден и анализом динамических свойств односекторных моделей. Показано, что сочетание периодических колебаний указанной продолжительности присуще не только США, но и современной экономике Англии и Японии. В применении к США обнаружено, что цикл малой продолжительности связан преимущественно с движением товарных запасов, а главный цикл средней продолжительности — с динамикой основного капитала, составляющей, как известно, материальную основу экономического цикла. Из математического анализа моделей цикла, являющихся системами

с отрицательными обратными связями средней интенсивности, следует, что продолжительность периодических колебаний обратно пропорциональна скорости приспособления одних переменных к другим (например, производства к спросу, капиталовложений к потребности в фондах, переменного капитала к росту продукции и т. д.).

Экономика США выступает, конечно, объектом моделирования многих американских эконометриков. Используемые ими модели подчинены задаче текущего прогнозирования и регулирования экономики. В меньшей мере они применяются для фундаментальных теоретических исследований. В монографии рассматриваются некоторые эконометрические модели американских авторов. Не ограничиваясь их описанием, мы проводим и прямое сопоставление прогнозных результатов, полученных с помощью таких моделей, с нашими собственными результатами. Один из соавторов данной монографии во время научных командировок в США (в 1970 и 1971—1972 гг.) имел возможность выполнить серию расчетов на некоторых американских моделях. Итоги этих экспериментов также описаны в данной монографии.

Авторы исходят из того, что работа по моделированию капиталистической экономики еще далека от завершения. Они будут признательны за любые конструктивные критические замечания и положения, которые помогут продвинуть вперед эту важную область экономико-математических исследований.

Раздел I написан доктором экономических наук С. М. Меньшиковым и кандидатом экономических наук Е. М. Левицким, раздел II — кандидатом экономических наук Ю. А. Чижовым.

МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ США

ГЛАВА I

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДИНАМИЗАЦИИ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА

Теоретические основы данной работы восходят к марксовым схемам реализации общественного продукта, к идеям второго и третьего томов «Капитала», а также к работам В. И. Ленина по теории воспроизводства и рынка. Схемы К. Маркса не раз перелагались на язык математических формул. В большей части таких попыток не ставилось задачи исследования циклических закономерностей при капитализме, а выявлялись главным образом возможные варианты соотношения темпов роста двух подразделений общественного производства. Акцент делался на анализе механизма формирования и роста производственных ресурсов общества. Однако схемы Маркса могут быть использованы и для исследования циклической динамики капиталистического воспроизводства. Для этого необходимо в полной мере использовать учение Маркса о накоплении капитала, прибыли, потреблении, в частности, органически соединить схемы реализации общественного продукта со схемами межотраслевого перелива капитала под воздействием динамики нормы прибыли. Весьма важно также учесть дальнейшее развитие схем расширенного воспроизводства в трудах В. И. Ленина (изменение условий реализации и накопления при меняющемся строении капитала). В этом направлении использования схем Маркса основное внимание мы уделяли механизму формирования спроса и рынка.

Элементы двухсекторной модели воспроизводства нагляднее всего представить в виде таблицы, построенной по типу межотраслевого баланса (табл. 1). Первые две строки показывают распределение валовой продукции I и II подразделений по различным направлениям использования. Средства производства X_1 расходуются на возмещение текущих материальных затрат обоих подразделений $c_{11} + c_{12}$, капиталовложения $I_1 + I_2$, сальдо экспорта и импорта средств производства E_1 и поставки государству G_1 . Предметы потребления X_2 закупаются населением S_2 , идут на покрытие сальдо экспорта и импорта потребительских товаров E_2 и на закупки этих товаров государством G_2 . В первых двух колонках дается распределение валовой продукции

Таблица 1

	1	2	S	I	E	G	F	X
1	c_{11}	c_{12}	0	$I_1 + I_2$	E_1	G_1	F_1	X_1
2	0	0	S_2	0	E_2	G_2	F_2	X_2
	c_{21}	c_{22}						
	v_1	v_2						
	m_1	m_2						
	$c_{21} + v_1 + m_1$	$c_{22} + v_2 + m_2$						
	X_1	X_2						

Условные обозначения:

1, 2 — номера подразделений;
 c_{11}, c_{12} — оборотная часть постоянного капитала;
 c_{21}, c_{22} — амортизация основного капитала;
 v_1, v_2 — переменный капитал;
 m_1, m_2 — прибавочная стоимость;

X_1, X_2 — валовая продукция;
 S_2 — личное потребление;
 I_1, I_2 — вложения в основной капитал;
 E_1, E_2 — сальдо внешних операций;
 G_1, G_2 — государственное потребление;
 F_1, F_2 — конечный спрос.

подразделений по элементам стоимости. Так, стоимость средств производства X_1 состоит из текущих производственных затрат c_{11} , амортизации основного капитала c_{21} , а также из переменного капитала v_1 и прибавочной стоимости m_1 . Сумма $c_{11} + c_{21} = c_1$ равна постоянному капиталу, израсходованному в первом подразделении.

Как известно, главным условием реализации при расширенном воспроизводстве является неравенство $v_1 + m_1 > c_2$. Используя табл. 1, это условие можно сформулировать в виде равенства

$$v_1 + m_1 = c_2 + NI + E_1 + G_1, \quad (I. 1)$$

где $c_2 = c_{12} + c_{22}$, $NI = (I_1 - c_{21}) + (I_2 - c_{22})$, т. е. чистый продукт первого подразделения должен быть равен сумме постоянного капитала во втором подразделении, чистого накопления в обоих подразделениях NI , сальдо внешней торговли средствами производства и государственных закупок средств производства.

Колонки S, I, E, G показывают структуру конечного продукта F по основным направлениям его использования. Нетрудно видеть, что конечный продукт равен сумме условно-чистой продукции обоих подразделений:

$$F = (c_{21} + v_1 + m_1) + (c_{22} + v_2 + m_2). \quad (I. 2)$$

Таблица 2

	1	2	S	I	E	G	F	X
1	$a_{11}X_1$	$a_{12}X_2$	S_1	$I_{11}+I_{12}$	E_1	G_1	F_1	X_1
2	$a_{21}X_1$	$a_{22}X_2$	S_2	$I_{21}+I_{22}$	E_2	G_2	F_2	X_2
	D_1	D_2						
	W_1	W_2						
	P_1	P_2						
	V_1	V_2						
	X_1	X_2						

Запишем теперь табл. 1 в символах, принятых в работе с межотраслевыми балансами (табл. 2).

Соответствующие символы в табл. 1 и 2 по своему содержанию идентичны. Так, $a_{11}X_1=c_{11}$; $a_{12}X_2=c_{12}$; $D_1=c_{21}$; $D_2=c_{22}$; $v_1=D_1+W_1+P_1=c_{21}+v_1+m_1$ и т. д. В некоторых случаях вместо нулей в табл. 2 проставлены символы. Дело в том, что эти элементы равны нулю лишь при определенном отраслевом делении. Так, $a_{21}X_1=0$, поскольку вторая отрасль в данном случае не производит средств производства. Однако запись в символах межотраслевого баланса требует, чтобы все элементы были проставлены независимо от того, являются ли они положительными, отрицательными или равными нулю.

Согласно табл. 2, главное условие реализации записывается так:

$$W_1+P_1=a_{12}X_2+I-D_1+E_1+G_1, \quad (I.3)$$

и равенство конечного продукта сумме условно-чистой продукции обоих подразделений — следующим образом:

$$\sum_{i=1}^2 F_i = \sum_{j=1}^2 V_j. \quad (I.4)$$

Деление общественного производства на два подразделения является частным случаем отраслевого деления. В символах межотраслевого баланса может быть записана модель воспроизводства с любым числом отраслей. Однако всякая многопродуктовая модель, использующая ~~межотраслевую~~ отраслевой баланс, может быть сведена к рассмотренной выше двух-продуктовой модели, основанной на выделении средств производства и предметов потребления.

Ниже приведена математическая запись динамической модели капиталистического воспроизводства, которая одинаково пригодна как для двух-, так и для многоотраслевых вариантов:

$$\sum_j a_{ij}X_j + S_i + \sum_j b_{ij}I_j + E_i + G_i = X_i; \quad (I.5)$$

$$S_i = c_i S; \quad (I.6)$$

$$S = f(W, P); \quad (I.7)$$

$$I_j = f(P_j, K_{j, t-1}); \quad (I.8)$$

$$V_j = X_j \left(1 - \sum_i a_{ij}\right); \quad (I.9)$$

$$P = \sum_j P_j; \quad (I.10)$$

$$P_j = V_j - W_j; \quad (I.11)$$

$$W_j = w_j L_j; \quad (I.12)$$

$$L_j = l_j X_j; \quad (I.13)$$

$$w_j = f(\Delta L_j, \Delta LF_j, t); \quad (I.14)$$

$$W = \sum_j W_j; \quad (I.15)$$

$$K_j = K_{j, t-1} (1 - d_j) + I_j. \quad (I.16)$$

Условные обозначения

В и у т р е н н и е п е р е м енны е:

X — валовая продукция отрасли;

S — закупки населением товаров личного потребления;

I — валовые капиталовложения;

W — фонд заработной платы;

P — прибыль плюс амортизация;

K — основной капитал;

V — условно-чистая продукция;

w — ставка заработной платы;

L — число занятых;

В н е ш н и е п ер емнны е:

E — сальдо внешних операций;

G_i — государственные закупки;

LF — число лиц наемного труда;

a_{ij} — коэффициенты прямых затрат;

b_{ij} — коэффициенты распределения капиталовложений по поставляющим отраслям;

l_j — коэффициенты трудоемкости;

c_i — коэффициенты распределения закупок товаров личного потребления по поставляющим отраслям;

d_j — норма возмещения сношенного основного капитала;

t — момент времени.

Уравнение (I.5) показывает формирование валового общественного спроса, который представлен как сумма текущего потребления средств производства, личного потребления, валового накопления, государственных закупок и сальдо внешнеторговых операций.

Уравнения (I.6)–(I.8) описывают формирование основных элементов конечного спроса. Согласно анализу, проведенному Марксом в III томе «Капитала», размеры капиталовложений как в отдельных отраслях, так и в масштабах общества, определяются динамикой нормы прибыли. Выразим эту зависимость так:

$$I = f(P/K).$$

Реальное выражение этой связи может быть найдено путем регрессионного анализа функции

$$I_t = f(P_t, K_{t-1}),$$

причем обычно применяются линейная, квадратическая или логарифмическая формы, например

$$I_t = \alpha + \beta P_t + \gamma K_{t-1},$$

где β и γ — коэффициенты регрессии, а α — структурная постоянная.

Величина личного потребления определяется размерами и динамикой доходов основных классов капиталистического общества. На закупку потребительских товаров идет часть доходов буржуазии и подавляющая часть доходов лиц наемного труда. В условиях современного капитализма часть доходов трудящихся изымается в виде налогов, а также образует добровольные и вынужденные сбережения. Статистическое выражение закономерностей формирования личного потребления можно находить регрессионным анализом функции

$$S = f(W, P)$$

или в линейном виде

$$S = \alpha + \beta W + \gamma P.$$

Формирование доходов капиталистического общества описано в уравнениях (I.9)–(I.15). Отклонение заработной платы от стоимости рабочей силы вызвано несовпадением динамики спроса на рабочую силу и ее предложения. Если динамика предложения рабочей силы определяется абсолютным приростом числа лиц наемного труда (ΔL), который непосредственно не зависит от условий воспроизводства данного года, то динамика спроса на рабочую силу (ΔS) подчиняется изменениям в величине общественного спроса. Кроме того, ставки заработной платы зависят от силы рабочего движения. В модели это воздействие предполагается возрастающим во времени (t). В целом динамика цены рабочей силы описывается уравнением (I.14).

Прибыль, образование которой показано в уравнении (I.11), является разницей между чистой продукцией, выраженной в рыночных ценах, и фондом заработной платы.

Наконец, уравнение (I.16) описывает динамику основного капитала, которая определяется нормой возмещения и величиной валовых инвестиций.

Модель выражает взаимосвязь основных элементов капиталистического воспроизводства. Циклический механизм, не отделенный от капиталистического воспроизводства, вытекает прежде всего из качественного анализа этих взаимосвязей. Отметим *важнейшие составные части циклического механизма*.

1. В уравнении (I.8) коэффициенты регрессии при основном капитале обычно имеют знак минус, что вытекает из определения величины инвестиций нормой прибыли. Поэтому чем быстрее растет основной капитал (а вместе с ним и потенциальное предложение продукции), тем больше, при прочих равных условиях, замедляется рост инвестиций, и на определенном этапе происходит их сокращение. За этим следует общее замедление роста (или абсолютное сокращение) общественного спроса. Напротив, замедление роста основного капитала создает условия для возобновления через некоторое время роста инвестиций.

2. Ускорение роста производства ведет к повышению заработной платы и к тому, что прибыль начинает расти медленнее, чем это требуется по условиям накопления. Тогда вступает в силу механизм замедления инвестиционного процесса, описанный в предыдущем пункте. Напротив, замедление роста производства и снижение заработной платы ведут (через механизм образования прибыли) к созданию условий для возобновления процесса накопления.

3. Модель позволяет проанализировать некоторые дополнительные особенности механизма воспроизводства: формирование спроса на предметы труда под влиянием изменений в структуре конечного спроса; формирование межотраслевых пропорций в ходе капиталистического цикла; влияние технических сдвигов на образование отраслевых издержек производства; колебание отраслевых норм прибыли в ходе цикла. При поотраслевом анализе инвестиций осуществляется объединение закономерностей реализации общественного продукта и закономерностей межотраслевой конкуренции и перелива капитала под влиянием изменений в нормах прибыли.

Рассмотренная теоретическая модель послужила основой для реализации нами многоотраслевой модели экономики США. В экономико-математическом плане эту работу можно рассматривать как продолжение исследований советских и зарубежных авторов по динамизации межотраслевого баланса.

Вопрос о динамической модели межотраслевого баланса впервые поставлен В. Леонтьевым в работах, посвященных исследованию структуры американской экономики¹. При этом рассматриваются два варианта динамической межотраслевой модели. Первый вариант предусматривает эндогенное определение капитальных вложений, для чего используется идея простого акселератора. В общем виде

¹ Леонтьев В. Исследования структуры американской экономики. М., 1958, 640 с.

модель характеризуется системой неоднородных линейных дифференциальных уравнений:

$$X_i - \sum_{k=1}^m a_{ik} X_k - \sum_{k=1}^m b_{ik} \dot{X}_k = Y_i,$$

где X — валовые выпуски отраслей;

a_{ik} — коэффициенты прямых затрат;

b_{ik} — коэффициенты затрат основного капитала;

Y — экзогенный конечный продукт.

Второй вариант модели предусматривает эндогенное определение капитальных вложений и личного потребления и в общем виде представлен системой однородных линейных дифференциальных уравнений

$$X_i - \sum_{k=1}^m a_{ik} X_k - \sum_{k=1}^m b_{ik} \dot{X}_k - \sum_{k=1}^m C_{ik} X_k - \sum_{k=1}^m d_{ik} \dot{X}_k = 0,$$

где a_{ik} — коэффициенты текущего потребления;

d_{ik} — коэффициенты потребления накопленных потребительских товаров.

Первый вариант получил в литературе название «открытой», второй — «замкнутой» модели.

В. Леонтьевым показано также, что «замкнутая» модель может сочетаться с рассмотрением независимых расходов (государственные закупки, экспорт и т. п.). В таком виде динамическая модель может быть использована для анализа воздействия на экономику различных вариантов государственной политики. Проанализировав динамические свойства указанных моделей, В. Леонтьев установил, что при определенном соотношении структурных параметров рассматриваемым системам свойственны циклические колебания.

В дальнейшем известный польский экономист О. Ланге исследовал динамические свойства межотраслевой модели, в которой инвестиции формируются под влиянием прибыли и накопленных запасов основного капитала². О. Ланге сформулировал общие условия, при которых в системе, описанной этой моделью, возникают гармонические колебания.

Динамическая межотраслевая модель долгое время не была реализована на конкретном статистическом материале и не использовалась для прогнозных, плановых или иных расчетов. Исследователи леонтьевской школы сосредоточили главное внимание на работах в области статического межотраслевого баланса. Преимущественно в этом же направлении развивались и соответствующие исследования в других капиталистических странах. Следует отметить, что плановые модели, разработанные в Англии, Франции, Японии, также в основном не выходят за пределы статического баланса.

Возможно, что исследования в области динамических балансов тормозились соображением о том, что «замкнутая» модель не может быть идентифицирована и годится лишь для определения пропорций

² Ланге О. Теория воспроизводства и накопления. М., 1963, 141 с.

распределения заданного продукта между отраслями. Между тем это соображение верно лишь в отношении статической «замкнутой» модели. Динамическая же модель, в том числе и «замкнутая», как показал В. Леонтьев, может нормально функционировать, если капиталовложения и личное потребление описываются не статической системой коэффициентов, а коэффициентами, отражающими зависимость этих показателей от скоростей изменения других переменных как в непрерывной, так и в дискретной формах.

Серьезное продвижение в конкретной реализации динамического межотраслевого баланса наблюдается лишь с середины 60-х годов.

В 1965 г. Н. Ф. Шатиловым (Новосибирск) была впервые реализована применительно к советской экономике динамическая межотраслевая модель, в которой личное потребление выступает объектом максимизации в соответствии с определенными ограничениями³. В модели используются матрицы меняющихся коэффициентов прямых затрат и коэффициентов фондоемкости. Модель Н. Ф. Шатилова, включающая 29 отраслей, используется для прогнозных расчетов. Дополнительные исследования в области оптимизации личного потребления в этой модели и ее усовершенствования проведены К. К. Вальтухом, В. К. Озеровым и др. Имеются попытки использовать модель Н. Ф. Шатилова для анализа экономики США⁴.

Применительно к американской экономике идея динамизации межотраслевого баланса впервые воплощена в Брукингской модели⁵. Модель использует 7-отраслевую матрицу коэффициентов прямых затрат для перевода векторов конечного спроса в вектор условно-чистой продукции. Последний служит для определения потребности в рабочей силе, ставок и фонда заработной платы, других видов доходов, которые, в свою очередь, служат факторами определения компонентов конечного спроса.

Матрица коэффициентов межотраслевых потоков применялась также на подготовительной стадии для получения векторов конечного спроса по формуле

$$F = (E - A) \lambda V,$$

где F — вектор суммарного конечного спроса;

$(E - A)$ — леонтьевская матрица коэффициентов линейных уравнений;

λ — диагональная матрица с элементами $[1 | (1 - \sum_i a_{ij})]$

по главной диагонали;

V — вектор условно-чистой продукции.

Связь между компонентами конечного спроса и соответствующими векторами этих компонентов устанавливалась путем нахождения

³ Шатилов Н. Ф. Моделирование расширенного воспроизводства. М., 1967, 175 с.

⁴ Проблемы построения и использования моделей экономики. Под ред. К. К. Вальтуха. Новосибирск, 1970, 246 с.

⁵ Duesenberry J. S., Fromm G., Klein L. R. a Kuh E. (ed). The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States. Chicago — Amsterdam, 1965.

регрессионных соотношений. Таким образом, вся система соединения конечного спроса и условно-чистой продукции выглядела следующим образом:

$$F = f(GNP); \\ V = (E - A)^{-1} F \| \mu; \\ GNP = f(V, V_{t-\tau}),$$

где GNP — вектор компонентов конечного спроса;

$\| \mu$ — диагональная матрица с элементами $(1 - \sum_i a_{ij})$ по главной диагонали.

Хотя идея динамизации межотраслевого баланса и реализуется в Брукингской модели, но играет в ней лишь второстепенную роль. Подавляющая часть уравнений является уравнениями регрессионного типа. Кроме того, в Брукингской модели коэффициенты прямых затрат, рассчитанные по агрегированной матрице потоков 1947 г., не меняются во времени. Таким образом, влияние технологических сдвигов не рассматривается.

В широком виде идея связи межотраслевых потоков с одновременной динамизацией капиталовложений и личного потребления впервые осуществлена в США в 1967 г. учеником В. Леонтьева профессором Мерилендского университета К. Алмоном⁶. В Мерилендской модели личное потребление определяется регрессионными соотношениями с уровнем личного дохода. Балансировка потребления и накопления, доходов и продукта достигается на каждом шаге работы модели итерационным путем. Эти расчеты ориентированы на экзогенно задаваемый уровень безработицы, отклонение от которого служит сигналом для корректировки личных доходов. Мерилендская модель реализована в варианте 90 и более отраслей и применяется для прогнозирования долгосрочных тенденций американской экономики.

В 1970 г. Р. Престон, Л. Клейн и другие сотрудники Уортонской прогнозной группы (Филадельфия) реализовали пятидесятиотраслевую динамическую модель, предназначенную для анализа среднесрочных изменений в экономике. Уортонская межотраслевая модель построена на несколько иных принципах, чем Брукингская и Мерилендская⁷.

Пользуясь межотраслевым балансом 1958 г., Р. Престон получил матрицу C превращения вектора конечного спроса в вектор условно-чистой продукции:

$$V = CG.$$

Здесь G — вектор компонентов конечного спроса,

$$C = B^{-1} (E - A)^{-1} H,$$

⁶ Алмон К. Американская экономика к 1975 г. Межотраслевой прогноз. Новосибирск, 1970, 189 с.

⁷ Evans M. K., Preston R. S. A New Way of Using Aggregate Economic Models: Industry Forecasts with Econometric Models. University of Pennsylvania Discussion Paper. Philadelphia, 1970.

где значения B и H видны из соотношений

$$X = BY, \quad F = HG.$$

Закономерности изменения коэффициентов матрицы C во времени определяются путем сопоставления фактических данных об условно-чистой продукции отраслей с расчетными данными, полученными путем умножения вектора фактического конечного спроса на переводную матрицу C для 1958 г.

В отличие от Брукингской модели Уортонская межотраслевая модель учитывает изменения технологических коэффициентов. Однако эти изменения анализируются не в явном виде, а рассматриваются лишь суммарные изменения технологических коэффициентов и коэффициентов распределения компонентов конечного спроса по поставляющим отраслям. С этой точки зрения Уортонская модель содержит меньше информации, чем Мерилендская. Однако динамические аспекты Уортонской модели предпочтительнее, поскольку в ней нет произвольных ограничений по трудовым ресурсам.

Типичным для Уортонской годовой модели является уравнение вида

$$V_i = \sum_j c_{ij} G_j + b_i t,$$

где V_i — вектор условно-чистой продукции отраслей;

G_j — вектор компонентов конечного спроса;

c_{ij} — переходные коэффициенты;

b_i — коэффициенты зависимости от времени.

Здесь суммарные изменения технологических коэффициентов выражаются зависимостью от временного тренда.

Наши исследования в области динамизации межотраслевого баланса США начались в 1968 г. За основу была принята рассмотренная выше теоретическая модель капиталистического воспроизводства.

В 1969 г. реализован первый вариант модели, названный МДМ США — 1969. Отличительные признаки этого варианта — линейная форма уравнений регрессий и наличие в регрессионных уравнениях текущих и лаговых значений переменных правой части. Вариант МДМ США — 1969 был опробован для прогнозного расчета на 1965 г. и использовался для анализа импульсных мультипликаторов элементов конечного спроса.

В 1970 г. разработан второй вариант многоотраслевой модели (МДМ США — 1970) и его однопродуктовый аналог. В отличие от первого варианта здесь предполагается квадратичная форма уравнений регрессии, а также допускается наличие в большинстве уравнений регрессии только лаговых значений переменных правой части.

В 1971 г. реализованы рекурсивные варианты (МДМ США — 1971), которые отличаются от модели 1970 г. лишь использованием линейных и логарифмических регрессионных уравнений.

Наконец, в 1972 г. завершена работа над новыми вариантами (МДМ США — 1972), в регрессионных уравнениях которых применялись как лаговые, так и нелаговые факторы. Особенность этого вари-

анта состоит в использовании запаздывающего (на один шаг) вектора валовой продукции отраслей при определении промежуточного продукта.

Все указанные варианты использовались для расчетов по имитации и прогнозу американской экономики.

Реализованные нами варианты межотраслевой динамической модели отличаются от других моделей этого типа следующими особенностями.

1. В отличие от модели Н. Ф. Шатилова, которая исследует возможности максимизации потребления, исходя из закономерностей формирования производственных ресурсов, наши модели рассматривают закономерности формирования рыночного спроса и влияние факторов спроса на развитие экономики. В принципе указанные подходы совместимы, однако в наших исследованиях анализ факторов спроса проводится в чистом виде.

2. В разработанных нами моделях предусмотрена возможность введения ограничений по трудовым ресурсам: как верхнего, так и нижнего. Однако в отличие от Мерилендской модели эти ограничения используются лишь тогда, когда они необходимы по условиям задачи. Так, в МДМ США — 1970 имитационные расчеты проводились без этих ограничений, а прогнозные расчеты — с ограничением лишь по максимуму трудовых ресурсов. В других вариантах модели ограничения по трудовым ресурсам не вводились.

3. Предварительные внемодельные прогнозы нами делаются лишь в отношении экзогенных переменных. В отличие от Мерилендской наша модель не требует предварительного задания произвольных значений эндогенных переменных, так как для каждого шага значения этих переменных автоматически определяются регрессионными соотношениями.

В целом модели типа МДМ США по сравнению с Мерилендской моделью отличаются большей автономностью функционирования.

ГЛАВА II

МНОГООТРАСЛЕВАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МДМ США — 1970

§ 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Рассматриваемая модель охватывает 22 отрасли. Система балансовых уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} X_{i,t} - \sum_{j=1}^{22} a_{ij}^t X_{j,t} = & \sum_{j=23}^{37} b_{ij}^t I_{ej,t} + \sum_{j=38}^{44} c_{ij}^t I_{pj,t} + \sum_{j=45}^{48} d_{ij}^t S_{jt} + \\ & + \sum_{k=1}^3 g_{ki}^t G_{hk,t} + e_i^t E_t - I_{mi,t}, \quad i = 1, \dots, 22. \end{aligned} \quad (\text{II.1})$$

Обозначения

t — время, годы;

X — товарная (валовая) продукция отрасли;

I_e — валовые капиталовложения в оборудование;

I_s — валовые капиталовложения в строительство;

S — личное потребление;

E — экспорт;

I_m — импорт;

G — государственные закупки;

a — коэффициенты прямых затрат;

b — коэффициенты распределения капиталовложений в оборудование по поставляющим отраслям;

c — коэффициенты распределения капиталовложений в строительство по поставляющим отраслям;

g — коэффициенты распределения государственных закупок по поставляющим отраслям;

d — коэффициенты распределения личного потребления по поставляющим отраслям;

e^t — коэффициенты распределения экспорта по поставляющим отраслям;

i — номер поставляющей отрасли;

j — номер потребляющей отрасли.

Импорт предполагается пропорциональным товарной продукции поставляющей отрасли

$$I_{mi,t} = h^t X_{i,t}, \quad i = 1, \dots, 22, \quad (II.2)$$

где h — коэффициенты пропорциональности.

Экспорт и государственные закупки являются в модели эндогенными величинами и прогнозируются самостоятельно.

Закупки оборудования по отраслям, валовые капиталовложения и личное потребление определяются эндогенно с помощью фактора, информация по которым вырабатывается самой моделью.

Матрица $\{a_{ij}^t\}$ представляет собой матрицу коэффициентов прямых материальных затрат на текущие производственные нужды размерностью 22×22 . Так как неконкурирующий импорт (отрасль 21) фигурирует лишь как поставляющая, а не как потребляющая отрасль, соответствующий вектор-столбец в матрице является нулевым. В целом же 393 из 484 элементов матрицы являются ненулевыми, т. е. матрица заполнена достаточно плотно.

Матрица $\{a_{ij}^t\}$ для каждого шага расчетов различна, так как часть ее элементов от года к году меняется. Из 393 ненулевых элементов ежегодно увеличиваются 109, уменьшаются 79 элементов, и 205, т. е. более половины, остаются неизменными. Годовое изменение достигается благодаря действию поправочных коэффициентов, которые для каждого элемента матрицы от года к году не меняются. Предположение о равномерном во времени изменении коэффициентов прямых затрат не является реалистическим, однако на данном этапе оно допускается за неимением достаточно полных дан-

ных. Во всяком случае, такое предположение более адекватно действительности, чем нередко применявшиеся до сих пор допущение о неизменности всех коэффициентов.

Матрица технологических коэффициентов получена на основе прогнозных балансов К. Алмона. Балансы потоков К. Алмона размерностью 93×93 были агрегированы, а затем по ним рассчитывались коэффициенты затрат. Таким же путем были рассчитаны коэффициенты трудоемкости. Аналогичный подход осуществлен и по отношению к другим коэффициентам, входящим в модель.

Помимо матрицы $\{a_{ij}^t\}$ входной информацией модели служат: матрица коэффициентов распределения капиталовложений в оборудование $\{b_{ij}^t\}$ размерностью 22×15 ;

матрица коэффициентов распределения капиталовложений в строительство $\{c_{ij}^t\}$ размерностью 22×7 ;

матрица коэффициентов распределения личного потребления $\{d_{ij}^t\}$ размерностью 22×4 ;

вектор-столбец коэффициентов распределения экспорта по отраслям $\{e_i^t\}$;

вектор-столбец отношения импорта к валовой продукции отрасли $\{h_i^t\}$;

матрица коэффициентов распределения государственных закупок по отраслям $\{g_{ki}^t\}$.

Матрица $\{b_{ij}^t\}$ представляет собой совокупность 15 векторов-столбцов, ненулевые элементы которых являются коэффициентами распределения общей величины закупок оборудования инвестирующей отраслью между поставляющими отраслями.

Так как число отраслей, поставляющих оборудование, ограничено, приблизительно две трети (209 из 330) элементов матрицы $\{b_{ij}^t\}$ являются нулевыми. Из 121 ненулевого элемента этой матрицы 46 меняются от года к году, отражая изменение структуры закупок оборудования.

Матрица $\{c_{ij}^t\}$ по экономическому содержанию аналогична предыдущей. Однако из-за более широких связей строительства с поставляющими отраслями она отличается большей заполненностью (131 из 154 элементов). Менее четверти коэффициентов этой матрицы (31 из 131) подвергаются ежегодному изменению.

Матрицы $\{b_{ij}^t\}$ и $\{c_{ij}^t\}$ получены из прогнозных балансов К. Алмона путем агрегирования соответствующих матриц потоков размерности 93×68 и 93×28 и деления на итоги векторов-столбцов.

Дробление элементов конечного спроса осуществлено и в отношении личного потребления. Последнее, в отличие от традиционного подхода, представлено в модели не одной, а четырьмя колонками. Это вызвано необходимостью раздельного прогнозирования важнейших видов личного потребления.

Для расчета элементов матрицы $\{d_{ij}^t\}$ поставки для личного потребления в прогнозных балансах К. Алмона были распределены между четырьмя видами потребления в зависимости от преоблада-

щего вида продукции каждой из 93 поставляющих отраслей. После агрегирования полученной матрицы были рассчитаны коэффициенты распределения суммарного спроса каждого вида личного потребления по поставляющим отраслям. Матрица $\{d_{ij}^t\}$ имеет много нулевых элементов (59 из 88). Однако значительная часть ненулевых элементов (24 из 29) меняется от года к году, отражая сдвиги в структуре потребления.

Приводим список отраслей, рассматриваемых в нашей модели:

- 1) сельское хозяйство;
- 2) добывающая промышленность;
- 3) строительство;
- 4) производство оружия и боеприпасов;
- 5) пищевая и табачная промышленность;
- 6) текстильная и швейная промышленность;
- 7) лесная, деревообрабатывающая и мебельная промышленность;
- 8) целлюлозно-бумажная промышленность;
- 9) полиграфическая и издательская промышленность;
- 10) химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая промышленность;
- 11) кожевенно-обувная промышленность;
- 12) промышленность строительных материалов;
- 13) металлургическая промышленность;
- 14) машиностроение (кроме транспортного);
- 15) транспортное машиностроение;
- 16) прочая обрабатывающая промышленность;
- 17) транспорт;
- 18) связь;
- 19) электроэнергетика, искусственный газ и водопровод;
- 20) торговля, финансы, услуги;
- 21) неконкурирующий импорт;
- 22) прочие отрасли.

Из приведенного выше списка выделяются отрасли, производящие закупки оборудования:

сельское хозяйство	I_{e23}
добывающая промышленность	I_{e24}
пищевая и табачная промышленность	I_{e25}
текстильная и швейная промышленность	I_{e26}
целлюлозно-бумажная промышленность	I_{e27}
химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая промышленность	I_{e28}
промышленность строительных материалов	I_{e29}
металлургическая промышленность	I_{e30}
машиностроение (кроме транспортного)	I_{e31}
транспортное машиностроение	I_{e32}
комплекс в составе пяти отраслей: производство оружия и боеприпасов, лесная, деревообрабатывающая и мебельная промышленность, полиграфическая и издательская промышленность, кожевенно-обувная промышленность, прочая обрабатывающая промышленность	I_{e33}
транспорт	I_{e34}
связь	I_{e35}
электроэнергетика, искусственный газ и водопровод	I_{e36}
комплекс в составе двух отраслей: строительство, торговля, финансы и услуги	I_{e37}

Далее, в модели рассматривается семь видов капитальных вложений в строительство (или видов закупки зданий и сооружений):

жилищное строительство	I_{p38}
промышленное строительство	I_{p39}
торговое строительство	I_{p40}
частное строительство в области народного образования, здравоохранения и т. п.	I_{p41}
строительство в коммунальном хозяйстве	I_{p42}
прочее частное строительство	I_{p43}
государственное строительство	I_{p44}

Личное потребление населения подразделяется в модели на четыре категории:

закупки автомобилей	S_{45}
закупки других товаров длительного пользования	S_{46}
закупки потребительских товаров краткосрочного пользования	S_{47}
потребительские услуги	S_{48}

Рассматриваются государственные закупки трех видов: G_1 — федеральные военные закупки, G_2 — федеральные невоенные закупки, G_3 — закупки штатов и муниципалитетов.

Основные фонды (накопленный основной капитал) вычисляются по формулам

$$K_{ej,t} = K_{ej,t-1}(1-\delta_{ej}) + I_{ej,t}, \quad j=23, \dots, 37; \quad (\text{II. 3})$$

$$K_{pj,t} = K_{pj,t-1}(1-\delta_{pj}) + I_{pj,t}, \quad j=38, 39, 40; \quad (\text{II. 4})$$

$$K_{dj,t} = K_{dj,t-1}(1-\delta_{dj}) + S_{j,t}, \quad j=45, 46. \quad (\text{II. 5})$$

$K_{ej,t}$ — стоимость оборудования в j -й отрасли в t -м году;

$K_{pj,t}$ — стоимость зданий и сооружений в j -й отрасли в t -м году;

$K_{dj,t}$ — стоимость накопленных товаров j -го вида в t -м году;

$\delta_{ej}, \delta_{pj}, \delta_{dj}$ — нормы выбытия основных фондов и накопленных товаров.

Условно-чистая продукция отраслей определяется равенствами

$$V_{j,t} = \left(1 - \sum_{i=1}^{22} \dot{a}_{ij}^t\right) \cdot X_{j,t}, \quad j = 1, \dots, 22, \quad (\text{II.6})$$

т. е. как разность между валовым выпуском отрасли и текущими материальными затратами.

Фонд заработной платы лиц, занятых в производстве j -й отрасли, определяется как произведение отраслевой ставки годовой заработной платы w_j^t на отраслевой коэффициент трудоемкости l_j^t и на валовой выпуск продукции отрасли $X_{j,t}$:

$$W_{j,t} = w_j^t l_j^t X_{j,t}, \quad j = 1, \dots, 22. \quad (\text{II.7})$$

Коэффициенты трудоемкости меняются от года к году в одинаковом отношении:

$$l_j^t = l_j^{t-1} \lambda_j, \quad j = 1, \dots, 22. \quad (\text{II.8})$$

где λ_j — постоянные числа.

Изменение отраслевых ставок заработной платы предполагается прямо пропорциональным росту производительности труда:

$$w_j^t = W_{j,t-1} / V_{j,t-1} \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^{22} a_{ij}^t \right) / l_j^t. \quad (\text{II.9})$$

Другими словами, фонд заработной платы j -й отрасли определяется как часть условно-чистой продукции отрасли, так что сохраняется соотношение между этими величинами за предыдущий период времени.

Прибыль, или прибавочный продукт, получается вычитанием фонда заработной платы из условно-чистой продукции:

$$P_{j,t} = V_{j,t} - W_{j,t}, \quad j = 1, \dots, 22. \quad (\text{II. 10})$$

По мере роста государственного аппарата все большее значение в экономике приобретает фонд жалованья государственных служащих Z_t . Этот фактор является существенным компонентом фонда личных доходов населения в целом. Он зависит от общего объема экономической деятельности государства G_t . Регрессионный анализ показывает, что имеет значение также устойчивое во времени разбухание государственного аппарата независимо от объема его деятельности.

Для оценки качества регрессионных уравнений использовались следующие статистические показатели:

1) дисперсия фактических значений зависимой переменной

$$\sigma^2 = \left(\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \right) / (N - 1),$$

2) остаточная дисперсия

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 / (N - k - 1),$$

3) F -критерий Фишера, представляющий собой отношение дисперсии фактических значений зависимой переменной к остаточной дисперсии,

4) коэффициент множественной корреляции

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}},$$

5) оценки значимости коэффициентов (параметров) уравнения регрессии (t_{ai}). Они представляют собой отношение коэффициентов

уравнения регрессии (a_i) к их среднему квадратическому отклонению (σ_{ai}).

Здесь y_i — фактическое значение исследуемого показателя; \bar{y} — его среднее фактическое значение, \hat{y}_i — расчетное значение, полученное при подстановке в уравнение регрессии значений отобранных факторов; k — число факторов в уравнении регрессии.

Уравнение регрессии для фонда жалованья государственных служащих имеет вид:

$$Z_t = 46,6942 - 0,8075 \cdot t + 0,0007056 \cdot G_t^2 + 0,1102 \cdot t^2 \quad (\text{II.11}) \\ (117,7408) \quad (13,3003) \quad (3,8357) \quad (27,5720)$$

$$\sigma^2 = 15,8211; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,02801; \quad F = 564,74; \quad R = 0,9993.$$

В основу регрессионного уравнения для определения личных доходов населения положено допущение о зависимости их от валовых доходов наемных работников и нетрудовых доходов буржуазии. Уравнение для личных доходов населения после уплаты налогов Y_t получилось линейным:

$$Y_t = -31,5400 + 1,1560 (W_t + Z_t) + 0,2316 P_t, \quad (\text{II.12}) \\ (3,8934) \quad (6,7889) \quad (1,0330)$$

$$\sigma^2 = 2561,81; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 15,85; \quad F = 161,56; \quad R = 0,9974,$$

где

$$P_t = \sum_{j=1}^{22} P_{j,t}, \quad W_t = \sum_{j=1}^{22} W_{j,t}. \quad (\text{II.13})$$

Для определения закупок оборудования по отраслям применяются уравнения регрессии, связывающие валовые инвестиции за текущий год с прибавочным продуктом и капиталом (стоимостью оборудования) за предыдущий год:

$$I_{e23,t} = 38,5969 - 3,7000 \cdot P_{1,t-1} + 0,1020 \cdot P_{1,t-1}^2 - 0,001342 \cdot K_{e23,t-1}, \\ (2,6221) \quad (2,3100) \quad (2,3782) \quad (3,0152)$$

$$\sigma^2 = 0,3462; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,1297; \quad F = 2,67; \quad R = 0,8341; \quad (\text{II.14})$$

$$I_{e24,t} = 0,1138 + 0,8782 \cdot K_{e24,t-1} + 0,009669 \cdot P_{2,t-1}^2 - 0,05432 \cdot K_{e24,t-1}^2, \\ (2,5464) \quad (3,1703) \quad (3,1600) \quad (3,2218)$$

$$\sigma^2 = 0,02141; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,01022; \quad F = 2,09; \quad R = 0,7824; \quad (\text{II.15})$$

$$I_{e25,t} = 1,7521 - 0,9644 \cdot P_{5,t-1} + 0,2385 \cdot K_{e25,t-1} + \\ (2,1097) \quad (3,8996) \quad (1,0021) \\ + 0,1145 \cdot P_{5,t-1}^2 - 0,01498 \cdot K_{e25,t-1}^2, \quad (\text{II.16}) \\ (4,6069) \quad (1,1682)$$

$$\sigma^2 = 0,01948; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,003759; \quad F = 5,18; \quad R = 0,9248;$$

$$I_{e26,t} = 1,8284 + 0,06833 \cdot P_{6,t-1} - 0,6173 \cdot K_{e26,t-1} +$$

$$(2,0305) \quad (4,4650) \quad (2,2425)$$

$$+ 0,04952 \cdot K_{e26,t-1}^2, \quad (II.17)$$

$$(2,2290)$$

$$\sigma^2 = 0,01067; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,002630; \quad F = 4,06; \quad R = 0,8943;$$

$$I_{e27,t} = 0,7036 - 0,2573 \cdot P_{8,t-1} - 0,1290 \cdot K_{e27,t-1} +$$

$$(0,4810) \quad (0,1243) \quad (0,6196)$$

$$+ 0,1338 \cdot P_{8,t-1}^2 + 0,01745 \cdot K_{e27,t-1}^2, \quad (II.18)$$

$$(0,2222) \quad (0,9828)$$

$$\sigma^2 = 0,02819; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,01324; \quad F = 2,13; \quad R = 0,8048;$$

$$I_{e28,t} = 4,7878 - 1,2290 \cdot P_{10,t-1} + 0,1157 \cdot K_{e28,t-1} +$$

$$(1,2971) \quad (1,1150) \quad (0,5454)$$

$$+ 0,0990 \cdot P_{10,t-1}^2 - 0,004561 \cdot K_{e28,t-1}^2, \quad (II.19)$$

$$(1,4313) \quad (0,6373)$$

$$\sigma^2 = 0,1113; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,0554; \quad F = 2,01; \quad R = 0,7917;$$

$$I_{e29,t} = 0,4538 - 0,1303 \cdot K_{e29,t-1} + 0,09708 \cdot P_{12,t-1}^2 +$$

$$(1,7767) \quad (1,2615) \quad (5,1942)$$

$$+ 0,011446 \cdot K_{e29,t-1}^2, \quad (II.20)$$

$$(1,1919)$$

$$\sigma^2 = 0,009161; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,001630; \quad F = 5,62; \quad R = 0,9249;$$

$$I_{e30,t} = 0,8601 + 0,3072 \cdot P_{13,t-1} - 0,1663 \cdot K_{e30,t-1} +$$

$$(0,8569) \quad (3,5268) \quad (1,0387)$$

$$+ 0,006656 \cdot K_{e30,t-1}^2, \quad (II.21)$$

$$(1,1523)$$

$$\sigma^2 = 0,1125; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,06602; \quad F = 1,70; \quad R = 0,7233;$$

$$I_{e31,t} = 0,7061 - 0,1854 \cdot P_{14,t-1} + 0,06183 \cdot K_{e31,t-1} +$$

$$(1,0230) \quad (1,2410) \quad (3,4651)$$

$$+ 0,01748 \cdot P_{14,t-1}^2, \quad (II.22)$$

$$(2,3558)$$

$$\sigma^2 = 0,2177; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,02141; \quad F = 10,17; \quad R = 0,9592;$$

$$I_{e32,t} = -5,0539 + 1,3303 \cdot K_{e32,t-1} + 0,002382 \cdot P_{15,t-1}^2 - \\ (6,3243) \quad (7,5756) \quad (1,2549) \\ - 0,06699 \cdot K_{e32,t-1}^2, \quad (II.23) \\ (7,6738)$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 = 0,1348; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,2640; \quad F = 5,10; \quad R = 0,9169; \\ I_{e34,t} = 7,5607 - 4,7113 \cdot P_{17,t-1} + 0,7150 \cdot K_{e34,t-1} + \\ (1,1631) \quad (4,2307) \quad (1,9077) \\ + 0,3367 \cdot P_{17,t-1}^2 - 0,01134 \cdot K_{e34,t-1}^2, \\ (4,7378) \quad (1,9715) \end{aligned} \quad (\text{II.24})$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= 0,3673; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,6640; \quad F = 5,53; \quad R = 0,9297; \\ I_{e35,t} &= -0,6629 - 0,8263 \cdot P_{18,t-1} + 0,4955 \cdot K_{e35,t-1} + \\ &\quad (0,5810) \quad (1,3127) \quad (1,5061) \\ &+ 0,09742 \cdot P_{18,t-1}^2 - 0,012997 \cdot K_{e35,t-1}^2, \end{aligned} \quad (\text{II.25})$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= 0,5236; \quad \sigma_{\text{ocrt}}^2 = 0,05312; \quad F = 9,86; \quad R = 0,9612; \\ I_{e,36t} &= -0,9333 - 1,1584 \cdot P_{19,t-1} + 0,3472 \cdot K_{e36,t-1} + \\ &\quad (0,3399) \quad (1,6585) \quad (1,5722) \\ &+ 0,08709 \cdot P_{19,t-1}^2 - 0,004319 \cdot K_{e36,t-1}^2, \quad (\text{II.26}) \\ &\quad (2,3825) \quad (4,4230) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= 0,0990; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,0500, \quad F = 1,98; \quad R = 0,7806; \\ I_{e37,t} &= 26,0168 - 0,5432 \cdot (P_{3,t-1} + P_{20,t-1}) + \\ &\quad (2,9184) \quad (2,5682) \\ &+ 0,1150 \cdot K_{e37,t-1} + 0,002612 \cdot (P_{3,t-1} + P_{20,t-1})^2, \quad (\text{II.27}) \\ &\quad (2,4590) \quad (2,7358) \end{aligned}$$

$$\sigma^2 = 0,8304; \quad \sigma_{\text{oct}}^2 = 0,3153; \quad F = 2,63; \quad R = 0,8315.$$

Из-за отсутствия достоверных данных о капитале уравнение регрессии для инвестирующей отрасли 33 не рассчитывалось. В модели на инвестиции в эту отрасль распространялся темп суммарного прироста отраслей 25—32.

Капиталовложения в строительство определяются другой группой регрессионных уравнений. Здесь применяются три вида инвестиционных функций:

$$I_{p38,t} = 222390 - 19,0595 \cdot \ln Y_{t-1} + 25,3999 \cdot \ln K_{p38,t-1} + 0,4014 \cdot \ln t, \\ (0,2806) \quad (0,7285) \quad (0,7452) \quad (0,0994) \\ \sigma^2 = 5,5719; \quad \sigma_{\text{est}}^2 = 3,8558; \quad F = 1,45; \quad R = 0,6616. \quad (\text{II.28})$$

$$I_{p39,t} = -11,6246 + 0,5636 \cdot K_{p38,t-1}^2 + 0,0002192 \cdot \left(\sum_{j=4}^{16} V_{j,t-1} \right)^2 - \\ (5,2708) \\ - 0,007064 \cdot K_{p39,t-1}^2, \quad (II.29)$$

$$\sigma^2 = 0,5618; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,1366; \quad F = 4,11; \quad R = 0,8958.$$

$$I_{p40,t} = -42,2724 - 0,2442 \cdot V_{20,t-1} + 1,9728 \cdot K_{p40,t-1} + \\ (2,3608) \quad (1,6385) \quad (2,1887)$$

$$+ 0,001004 \cdot V_{20,t-1}^2 - 0,01647 \cdot K_{p40,t-1}^2, \quad (II.30)$$

$$\sigma^2 = 1,4959; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,1452; \quad F = 10,31; \quad R = 0,9622.$$

Уравнение (II.28) определяет объем жилищного строительства. Определяющими факторами являются личный доход населения после уплаты налогов Y_{t-1} и стоимость жилищ ($K_{p38,t-1}$) на конец предыдущего периода, а также временной тренд, аппроксимирующий влияние роста народонаселения. Уравнение (II.29) определяет объем строительства зданий и сооружений промышленного назначения, а уравнение (II.30) — строительство зданий и сооружений торгового назначения. В обоих случаях инвестиции поставлены в зависимость от условно-чистой продукции (соответственно обрабатывающей промышленности и торговли, финансов, услуг) и от стоимости наличных зданий и сооружений указанного типа (оба фактора берутся на конец предыдущего года).

Капиталовложения в остальные виды строительства определяются как функции от времени:

$$I_{p41,t} = 1,3300 + 0,1260 \cdot t; \quad (II.31)$$

$$I_{p42,t} = 4,7760 - 0,1116 \cdot t + 0,007418 \cdot t^2, \\ (165780) \quad (1,9330) \quad (3,0449) \quad (II.32)$$

$$\sigma^2 = 0,3735; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,1682; \quad F = 2,22; \quad R = 0,7693;$$

$$I_{p43,t} = 2,2584 + 0,1931 \cdot t - 0,008074 \cdot t^2, \\ (12,1510) \quad (5,1873) \quad (5,1373) \quad (II.33)$$

$$\sigma^2 = 0,4536; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,0700; \quad F = 2,19; \quad R = 0,7666;$$

$$I_{p44,t} = 7,78 + 0,684 \cdot t. \quad (II.34)$$

Для определения личного потребления также применяются уравнения регрессии рекуррентного вида. Закупки товаров длительного пользования рассматриваются аналогично капиталовложениям в оборудование.

Соответствующая потребительская функция ставит эти закупки в зависимость от доходов населения и стоимости наличных запасов этих товаров в домашнем хозяйстве:

$$S_{45,t} = 28,5214 - 0,2657 \cdot Y_{t-1} + 0,5828 \cdot K_{d45,t-1} + \\ (1,4509) \quad (0,7519) \quad (0,3789) \\ + 0,0006573 \cdot Y_{t-1}^2 - 0,007782 \cdot K_{d45,t-1}^2, \quad (\text{II.35}) \\ (1,0729) \quad (0,5161)$$

$$\sigma^2 = 26,1514; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 4,0760; \quad F = 6,42; \quad R = 0,9397; \\ S_{46,t} = 35,7590 - 0,5131 \cdot Y_{t-1} + 1,1944 \cdot K_{d46,t-1} + \\ (3,4951) \quad (1,3425) \quad (0,9317) \\ + 0,001038 \cdot Y_{t-1}^2 - 0,007513 \cdot K_{d46,t-1}^2, \quad (\text{II.36}) \\ (1,4441) \quad (0,8785)$$

$$\sigma^2 = 26,8215; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 1,3207; \quad F = 20,31; \quad R = 0,9814.$$

Закупки потребительских товаров краткосрочного пользования хорошо коррелируют с прошлыми личными доходами населения, а закупки потребительских услуг — еще и с временным трендом:

$$S_{47,t} = -10,5793 + 0,6141 \cdot Y_{t-1} - 0,0003917 \cdot Y_{t-1}^2, \quad (\text{II.37}) \\ (0,8356) \quad (8,1532) \quad (3,6175)$$

$$\sigma^2 = 604,3977; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 6,1813; \quad F = 9778; \quad R = 0,9954;$$

$$S_{48,t} = 151,3929 - 0,5146 \cdot Y_{t-1} + 0,0007266 \cdot Y_{t-1}^2 + 5,1168 \cdot t, \quad (\text{II.38}) \\ (5,8412) \quad (3,4445) \quad (4,7480) \quad (8,6072)$$

$$\sigma^2 = 745,6990; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 1,5619; \quad F = 477,42; \quad R = 0,9991.$$

Для вычисления государственных закупок и экспорта в прогнозируемом периоде использовались уравнения регрессии от фактора времени:

$$G_{1,t} = 36,7878 - 2,6519 \cdot t + 0,1509 \cdot t^2, \\ (16,3843) \quad (4,8739) \quad (5,4227) \quad (\text{II.39})$$

$$\sigma^2 = 22,2248; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 8,0035; \quad F = 2,78; \quad R = 0,8259;$$

$$G_{2,t} = 3,9597 - 0,5949 \cdot t + 0,04905 \cdot t^2, \\ (4,8130) \quad (2,9841) \quad (4,8112) \quad (\text{II.40})$$

$$\sigma^2 = 5,6501; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 1,0745; \quad F = 5,26; \quad R = 0,9123;$$

$$G_{3,t} = 3,4416 + 0,5184 \cdot t, \\ (7,8750) \quad (12,9529) \quad (\text{II.41})$$

$$\sigma^2 = 8,3897; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 0,7761; \quad F = 10,81; \quad R = 0,9555;$$

$$E_t = 15,3126 + 0,06874 \cdot t^2, \\ (12,9982) \quad (13,3481) \quad (II.42)$$

$$\sigma^2 = 124,31; \quad \sigma_{\text{ост}}^2 = 13,17; \quad F = 9,44; \quad R = 0,9482.$$

При прогнозировании в модели используется ограничение по трудовым ресурсам, занятым в производстве. Эта величина определяется в предположении постоянного роста по формуле

$$L_t = 59,105 \cdot \tau^{t-1}, \quad (II.43)$$

где 59,105 млн. чел.— количество лиц, занятых в производстве на начало прогнозируемого периода, и τ — среднегодовой темп роста рабочей силы.

Количество занятых трудовых ресурсов L_t используется как эталонная функция в блоке адаптации. Блок адаптации введен в модель для элиминирования искажений, вносимых уравнениями регрессии за пределами базового периода. Этот блок действует следующим образом. После решения системы уравнений (II.1) вычисляется величина

$$\varphi_t = \sum_{i=1}^{22} l_i^t X_{i,t},$$

представляющая собой количество трудовых ресурсов, необходимое для обеспечения валового выпуска X_t . Затем определяется отношение

$$\mu = L_t / \varphi_t.$$

Если $|L_t - \varphi_t| > 0,1$, то компоненты правых частей системы уравнений (II.1) $I_{ei,t}, I_{pj,t}, S_{k,t}$, $i=23, \dots, 37; j=38, \dots, 44; k=45, \dots, 48$; умножаются на μ . После этого система уравнений (II.1) решается еще раз и находится новый вектор $X_t = (X_{1,t}, \dots, X_{22,t})$.

В блоке адаптации может применяться лишь ограничение по максимуму трудовых ресурсов. Для этого достаточно изменить контрольное соотношение блока, придав ему вид: «если $L_t - \varphi_t \geq 0,1$, то ...».

Для функционирования модели необходимо задание начальных условий на первый год прогнозируемого периода: $I_{ei,1}, I_{pj,1}, S_{k,1}, G_{r,1}, E_1$, $i=23, \dots, 37; j=38, \dots, 44; k=45, \dots, 48; r=1, 2, 3$, которые подставляются в правую часть системы (II.1). Решение системы (II.1) определяет валовые выпуски продукции отраслей за первый год расчетного периода.

Основные фонды на конец первого года вычисляются по формулам (II.3)–(II.5), если заданы их значения на конец предыдущего (нулевого) года:

$$K_{ei,0}, K_{pj,0}, K_{dk,0}, i=23, \dots, 37; j=38, 39, 40; k=45, 46.$$

Остальные экономические показатели за первый год прогнозируемого периода вычисляются по формулам (II.6)–(II.13). Расчет

отраслевых ставок заработной платы по формуле (II.9), а также коэффициентов трудоемкости по формуле (II.8) начинается со второго шага. За первый год эти величины задаются в числе начальных условий.

Компоненты правых частей уравнений системы (II.1) для следующего шага вычисляются по формулам (II.14)–(II.38). Государственные закупки, экспорт и трудовые ресурсы определяются либо по формулам (II.39)–(II.43) как функции времени, начиная с первого шага, либо некоторым произвольным образом. Выходные данные для года t служат входными данными модели для года $t+1$.

Математическое описание модели МДМ США—1969. Общая схема данного варианта (тождества, факторы уравнений регрессии, отраслевая разбивка) совпадает со схемой МДМ США—1970. Поэтому, не повторяя ее описания, указаем на различия между этими вариантами.

В МДМ США—1969 наряду с лаговыми факторами регрессионных уравнений используются и текущие значения переменных. Во всех случаях уравнения являются линейными. Смысл включения текущих значений факторов состоит в том, чтобы получить модель, более чутко и быстро реагирующую на возмущения конечного спроса и компонентов национального дохода. Назначение такой модели заключается в том, чтобы непосредственно анализировать и прогнозировать краткосрочные циклические колебания в экономике.

Уравнения, формирующие спрос на оборудование в соответствующих отраслях ($j=23, \dots, 37$), имеют вид

$$I_{ej} = \alpha_j + \beta_j P_j + \gamma_j K_{ej(t-1)}. \quad (\text{II.44})$$

Как видно, лаговое значение капитала, вложенного в оборудование, остается, но вместо лаговой прибыли берется ее текущее значение. Параметры, коэффициенты и основные статистические характеристики уравнений (II.1) в округленном виде представлены в табл. 3, где R^2 — коэффициент детерминации, S — стандартная ошибка уравнения, в скобках под β_j и γ_j указаны стандартные ошибки коэффициентов регрессии.

Статистическая надежность рассматриваемых уравнений, судя по формальным признакам, в большинстве случаев достаточно высока: три уравнения имеют коэффициент множественной корреляции более 0,9, семь уравнений — более 0,8 и десять уравнений из четырнадцати — более 0,7. Оставшиеся четыре уравнения охватывают отрасли, на которые приходится лишь одна пятая суммарных валовых инвестиций в оборудование всех отраслей американской экономики. Кроме того, поскольку речь идет о величинах, составляющих менее 0,5% конечного спроса США, значение возможных ошибок этих уравнений для модели в целом невелико. На удовлетворительную надежность уравнений указывает также существенность большинства коэффициентов регрессии.

Помимо формальной характеристики надежности уравнений, нами проведена дополнительная работа по оценке их прогнозных свойств. Для краткосрочной модели наибольшую важность представляет правильное угадывание направления изменений прогнозируемой величины. Установлено, что в подавляющем большинстве случаев направление изменения расчетной величины инвестиций в базисном периоде, полученной путем подстановки в уравнение фактических значений переменных правой части, соответствовало направлению изменений их фактической величины.

Результаты регрессионного анализа при всей их условности представляют и теоретический интерес как статистическая проверка данной инвестиционной функции. Поскольку в этой функции инвестиции определяются линейной аппроксимацией нормы прибыли, очевидно, что коэффициент регрессии при прибыли должен быть, как правило, величиной положительной, а при капитале — отрицательной. Это предположение оправдалось во всех случаях без исключения в отношении коэффициента при прибыли и в десяти случаях из четырнадцати — в отношении коэффициентов при капитале. Таким образом,

Инвестиционные уравнения модели МДМ США—1969

<i>j</i>	Инвестирующая отрасль	α_j	β_j	γ_j	R ²	S
23	Сельское хозяйство	4,43	0,14 (0,09)	-0,099 (0,025)	0,63	0,38
24	Добывающая промышленность . .	0,39	0,11 (0,05)	-0,032 (0,034)	0,42	0,12
25	Пищевая и табачная	0,97	0,19 (0,04)	-0,119 (0,027)	0,58	0,11
26	Текстильная и швейная	0,17	0,08 (0,01)	-0,047 (0,011)	0,87	0,04
27	Целлюлозно-бумажная	-0,24	0,30 (0,13)	0,045 (0,019)	0,67	0,10
28	Химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая	-0,06	0,23 (0,06)	-0,015 (0,019)	0,55	0,23
29	Строительных материалов	-0,02	0,24	-0,020	0,77	0,05
30	Металлургия	0,03	0,24 (0,09)	0,010 (0,017)	0,40	0,27
31	Машиностроение, кроме транспортного	-0,49	0,13 (0,03)	0,046 (0,019)	0,88	0,17
32	Транспортное машиностроение . .	-2,05	0,15	0,180	0,34	—
33	Транспорт	0,53	0,42 (0,07)	-0,039 (0,018)	0,71	0,34
34	Связь	0,49	0,38 (0,11)	-0,031 (0,006)	0,87	0,27
35	Энергетика, газ, водоснабжение . .	3,07	0,32 (0,14)	-0,076 (0,042)	0,39	0,26
36	Строительство, торговля, финансы и услуги	1,89	0,06 (0,02)	-0,030 (0,023)	0,72	0,51

в большинстве отраслей экономики США краткосрочное регулирование инвестирования действительно осуществляется в соответствии с текущей нормой прибыли.

Положительные коэффициенты регрессии при капитале в металлургии и транспортном машиностроении мало существенны, причем коэффициенты детерминации этих уравнений также невысоки. Однако в двух других случаях (целлюлозно-бумажная промышленность и машиностроение, кроме транспортного) и коэффициент регрессии существенен, и коэффициент детерминации достаточно высок. Это заставляет серьезно отнести к полученному результату, не считая его случайностью. По мере монополизации американской экономики и развития в ней внутрифирменного долгосрочного планирования текущие инвестиции могут значительно отрываться от текущей нормы прибыли. Именно такая ситуация была характерна для черной металлургии и автомобильной промышленности США в 50-х годах. Это, видимо, и отразилось на результатах нашего регрессионного анализа.

Следует учитывать также, что в модели рассчитываются валовые инвестиции, включающие как амортизацию, так и чистые вложения. Если в отношении чистых инвестиций предположение об отрицательном знаке при капитале полностью обосновано, то восстановительные инвестиции, имеющие своим источником амортизационный фонд и предназначенные для замены выбывшего оборудования, имеют закономерную и сильную положительную корреляцию с налич-

ным запасом основного капитала. В отраслях с высокой капиталоемкостью роль факторов, определяющих восстановительные вложения, может преобладать. Некоторое значение, по-видимому, имеет и то, что важным источником финансирования инвестиций стала практика завышенной (ускоренной) амортизации.

Капиталовложения в строительство определяются другой группой регрессионных уравнений. Здесь применяются три различных вида инвестиционных функций.

$$I_{p38} = 112,9 + 0,018Y - 0,369K_{p38,t-1} + 5,39t, \quad (II.45)$$

$$R^2 = 0,58, \quad S = 1,77,$$

где Y — личный доход населения США после уплаты налогов, K_p — стоимость наличных зданий и сооружений на конец периода.

В уравнении (II.45) представлена линейная функция, формирующая объем жилищного строительства. Определяющими факторами являются личный доход населения после уплаты налогов, стоимость жилищ на конец предыдущего периода и временной тренд, аппроксимирующий влияние роста народонаселения.

$$I_{p39} = 0,41 + 0,037 \sum_{j=4}^{16} V_j - 0,057K_{p39,t-1}, \quad (II.46)$$

$$R^2 = 0,70;$$

$$I_{p40} = -1,75 + 0,067V_{20} - 0,077K_{p40,t-1}, \quad (II.47)$$

$$(0,015) \quad (0,054)$$

где V — условно-чистая продукция.

Уравнение (II.46) определяет объем строительства зданий и сооружений промышленного назначения, а уравнение (II.47) — строительство зданий и сооружений торгового назначения. В обоих случаях инвестиции поставлены в зависимость от условно-чистой продукции (соответственно обрабатывающей промышленности и торговли, финансов и услуг) и от стоимости наличных зданий и сооружений указанного типа на конец предыдущего периода. Статистическая надежность этих уравнений выше, чем уравнения (II.45).

Следует отметить, что все коэффициенты уравнений, формирующих затраты на строительство, экономически оправданы. Имеется сильная обратная зависимость этих затрат от накопленного запаса зданий и сооружений и положительная корреляция с текущими доходами или текущей продукцией.

Аналогичными качествами отличаются и уравнения (II.48)–(II.51), формирующие основные компоненты личного потребления:

$$S_{45} = -10,4 + 0,15Y - 0,344K_{d45,t-1}, \quad (II.48)$$

$$(0,03) \quad (0,178)$$

$$R^2 = 0,92, \quad S = 1,61;$$

$$S_{46} = -2,83 + 0,11Y - 0,093K_{d46,t-1} \quad R^2 = 0,96, \quad (II.49)$$

$$(0,02) \quad (0,055)$$

где K_d — стоимость накопленных товаров длительного пользования,

$$S_{47} = 26,61 + 0,25Y + 0,11Y_{t-1}, \quad R^2 = 0,998; \quad (II.50)$$

$$S_{48} = 10,21 + 0,27Y + 1,43t, \quad R^2 = 0,996. \quad (II.51)$$

Регрессионный анализ подтверждает обратную зависимость закупок товаров длительного пользования от размеров их накопленных запасов.

Закупки потребительских товаров кратковременного пользования (уравнение

нение II.50) хорошо коррелируют как с текущими, так и с прошлыми личными доходами населения, а закупки потребительских услуг (уравнение (II.51)) — с текущими личными доходами и временным трендом.

В отличие от модели МДМ США—1970, где произвольно устанавливается динамика удельного веса общего фонда заработной платы в условно-чистой продукции, а ставки заработной платы рассчитываются на основе этого удельного веса, в модели МДМ США—1969 принято определение средней ставки заработной платы уравнением регрессии

$$w = 2608,67 - 3,49u_N + 111,8t, \quad R^2 = 0,99, \quad (\text{II.52})$$

где u_N — процент безработных от общего числа гражданских лиц наемного труда.

Регрессионный анализ показывает, что в послевоенные годы основным фактором, определяющим динамику ставок зарплаты, является временной тренд, характеризующий преобладающее влияние рабочего движения, т. е. коллективных договоров, заключаемых на ряд лет. Определенное влияние сохраняет и общее состояние рынка рабочей силы, характеризуемое уровнем безработицы. Последний является присущим капитализму, ограничением производства со стороны трудовых ресурсов. Уровень безработицы определяется по тождеству:

$$u_N = 100 \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{22} l_j X_j + L_g}{L} \right), \quad (\text{II.53})$$

где L_g — гражданская занятость в государственных учреждениях;

L — общее число гражданских лиц наемного труда.

Показатели занятости в государственных учреждениях и общего числа лиц наемного труда задаются экзогенно.

Чтобы избежать нелинейности системы, вытекающей из уравнений (II.52)—(II.53), в проводившихся расчетах применялось также видоизмененное уравнение, где переменная u_N отсутствовала.

Приведем оставшиеся два уравнения регрессии, формирующие фонд жалованья государственных служащих и личные доходы населения (после вычета налогов):

$$Z = 28,25 + 0,31G + 0,83t, \quad R^2 = 0,90, \quad S = 1,38; \\ (0,09) \quad (0,09) \quad (\text{II.54})$$

$$Y = -0,83 + 0,80(W + Z) + 0,59P, \quad R^2 = 0,992. \quad (\text{II.55})$$

Решение системы МДМ США—1969 достигается несколько более сложными путями, чем МДМ США—1970. Если задавать среднюю ставку заработной платы независимо от уровня безработицы, то система является линейной относительно всех своих эндогенных переменных. На каждом шаге работы модели решение дается формулой:

$$X = D^{-1}(F + M).$$

Здесь X — вектор валовой продукции отраслей;

F — вектор экзогенного конечного спроса;

M — вектор прочих предопределенных величин (лаговые значения пяти переменных, комбинация констант уравнений);

$D = (E - A - B - C - H)$, где A — матрица коэффициентов текущих производственных затрат; B — матрица коэффициентов затрат оборудования, C — матрица коэффициентов затрат на строительство, H — матрица коэффициентов потребительских затрат.

Матрицы B , C , H получаются путем преобразования уравнений, формирующих капитальные вложения, личное потребление и доходы, а также коэффициентов распределения затрат по поставляющим отраслям. Экономическое содержание

Таблица 4

Расчетные данные многоотраслевой динамической модели США и фактические данные за 1965 г.

Показатель	Rасчетная величина	Фактическая величина	Ошибки, % к фактической величине
	в ценах 1958 г., млрд. долл.		
Валовой национальный продукт (без изменения запасов)	600,7	607,8	1,2
Личное потребление	392,4	398,2	1,5
В том числе:			
автомобили	29,7	29,8	0,03
прочие товары длительного пользования	33,3	36,6	9,0
товары кратковременного пользования	178,2	178,9	0,04
потребительские услуги	151,2	153,2	1,3
Капиталовложения	106,5	108,8	2,1
В том числе:			
закупки оборудования	39,4	44,1	10,7
строительство	67,1	64,7	3,7
Жалованье государственных служащих	55,6	54,4	2,2

ние матрицы D рассмотрено в разделе о мультипликаторах межотраслевой модели.

При таком алгоритме первоначально задаются, наряду с экзогенными переменными для всех лет, лаговые величины эндогенных переменных «нулевого» года, т. е. года, предшествующего первому году, для которого делается расчет.

Возможны и другие алгоритмы, построенные на итерационных методах. В случае чистой итерации на каждом шаге в уравнениях последовательно подставляются произвольные начальные значения эндогенных переменных (например, их лаговые значения, исправленные на некий коэффициент), а затем — новые оценки по мере их получения. В смещанным (итерационно-инверсионном) методе последовательно осуществляется (вплоть до схождения всех переменных) обычное обращение леонтьевской матрицы

$$X = (E - A)^{-1} (F + M + I_{e_0} + I_p + S_0), \quad (II.56)$$

где I_{e_0} , I_p , S_0 — первоначальные оценки эндогенных компонентов конечного спроса. Расчеты по данной модели производились первым из рассмотренных методов.

Экспериментальное опробование модели заключалось в «прогнозировании» экономических показателей США на 1965—1967 гг. по фактическим значениям предопределенных (лаговых и экзогенных) величин. Полученный «прогноз» сопоставлен с фактическими значениями эндогенных за те же годы (табл. 4).

Приведенные экспериментальные результаты можно считать удовлетворительными. Они вполне сравнимы с результатами аналогичных способов опробования, полученных на американских регрессионных моделях, используемых для краткосрочного прогнозирования.

§ 2. ИМИТАЦИЯ БАЗОВОГО ПЕРИОДА (1949—1965 гг.)

Использование рассматриваемой модели для имитации базового периода требует ответа на два вопроса:

1) насколько хорошо аппроксимирует модель фактическое изменение основных экономических показателей, характеризующих развитие экономики в базовом периоде;

2) насколько точно имитирует, воспроизводит, модель характерные явления (кризисы, циклы, подъемы, спады), имевшие место в развитии экономики в базовом периоде.

В рассматриваемой модели большую часть системы уравнений составляют уравнения регрессии, в которых отсутствует связь текущего значения функции с текущими значениями аргументов. Это приводит к тому, что модель воспроизводит плавное, гладкое изменение экономических показателей, сохраняя лишь общую, главную тенденцию их поведения. Таким образом, функциональные зависимости, построенные с помощью модели и отражающие характер изменения экономических показателей в зависимости от соответствующих параметров, позволяют положительно ответить на первый вопрос. Вместе с тем большую информацию о резких колебаниях, спадах и подъемах в развитии экономики можно выявить, исследуя изменения вторых разностей рассматриваемых переменных, что дает возможность положительно ответить и на второй вопрос.

Для проведения расчетов по имитации базового периода были использованы статистические данные о государственных закупках, экспорте и численности трудовых ресурсов, занятых в производстве. Фактические данные о государственных закупках и экспорте входили в правую часть системы уравнений (II.1) в качестве экзогенных величин. Данные о численности трудовых ресурсов, занятых в производстве (L_t), использовались для расчета коэффициентов трудоемкости (l_i^t). При этом фонд заработной платы за 1949 г., равный 145,19 млрд. долл., распределялся по отраслям в соответствии с пропорцией, имевшей место в 1965 г. Начиная с 1950 г. фонд заработной платы по отраслям вычислялся на основе коэффициентов трудоемкости, которые определялись приближенно следующим образом:

$$l_i^t = L_{it}/X_{it}, \quad (II.57)$$

где L_{it} — численность трудовых ресурсов, занятых в производстве i -й отрасли t -м году;

X_{it} — валовой выпуск i -й отрасли в t -м году.

Численность трудовых ресурсов i -й отрасли мы определяли путем умножения фактической величины L_t на константу λ_i ($i=1, \dots, 22$), которая равнялась отношению $L_{i,65}/L_{65}$.

Таким образом, в целях упрощения мы считали отраслевую структуру трудовых ресурсов постоянной на протяжении базового периода и равной отраслевой структуре 1965 г.

Таблица 5

Валовой национальный продукт в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	GNP	$\Delta(GNP)$	$\Delta^2(GNP)$	GNP	$\Delta(GNP)$	$\Delta^2(GNP)$
1949	324,1	31,2		349,2	6,6	
1950	355,3	28,1	-3,1	355,8	35,9	29,3
1951	383,4	11,7	-16,4	391,7	20,2	-15,7
1952	395,1	17,7	6,0	411,9	18,8	-1,4
1953	412,8	-5,8	-23,5	430,7	3,2	-15,6
1954	407,0	31,0	36,8	433,9	5,0	1,8
1955	438,0	8,1	-22,9	438,9	10,0	5,0
1956	446,1	6,4	-1,7	448,9	15,1	5,1
1957	452,5	-5,2	-11,6	464,0	12,8	-2,3
1958	447,3	28,6	33,8	476,8	12,9	0,1
1959	475,9	11,8	-16,8	489,7	15,4	2,5
1960	487,7	9,5	-2,3	505,1	18,0	2,6
1961	497,2	32,6	23,1	523,1	23,3	5,3
1962	529,8	21,2	-11,4	546,4	23,1	-0,2
1963	551,0	29,0	7,8	569,5	25,1	2,0
1964	580,0	37,8	8,8	594,6	25,7	0,6
1965	617,8			620,3		

Анализ фактических значений экономических показателей за 1949—1965 гг. выявляет некоторые особенности экономического развития США. В течение рассматриваемого периода рост экономических показателей не был устойчивым. Имели место четыре кризисных спада. Сравнение вторых разностей фактических и расчетных значений экономических показателей позволяет судить о качестве отображения моделью этих особенностей поведения экономики в базовом периоде (табл. 5—12).

Первое замедление роста экономических показателей в базовом периоде произошло в 1950—1951 гг. Для показателя валового национального продукта локальные минимумы фактических и расчетных значений вторых разностей приходятся на 1951 г. и равны соответственно -16,4 и -15,7 млрд. долл. В этом же году наблюдаются локальные минимумы вторых разностей показателя прибыли, равные -30,5 и -4,4 млрд. долл.

Таблица 6

Валовые капиталовложения в оборудование в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	I_e	ΔI_e	$\Delta^2 I_e$	I_e	ΔI_e	$\Delta^2 I_e$
1949	22,6	2,2		22,3	2,6	
1950	24,8	0,7	-1,5	24,9	-0,4	-3,0
1951	25,5	-0,9	-1,6	24,5	-0,8	-0,4
1952	24,6	1,2	2,1	23,7	0,1	0,9
1953	25,8	-1,3	-2,5	23,8	0,2	0,1
1954	24,5	3,2	4,5	24,0	-0,4	-0,6
1955	27,7	1,1	-2,1	23,6	-0,3	0,4
1956	28,8	0,3	-0,8	23,3	0,7	1,0
1957	29,1	-4,1	-4,4	24,0	1,5	0,8
1958	25,0	2,9	7,0	25,5	1,1	-0,4
1959	27,9	1,7	-1,2	26,6	1,2	0,4
1960	29,6	-1,5	-3,2	27,8	1,5	0,3
1961	28,1	3,6	5,1	29,3	1,7	0,2
1962	31,7	2,3	-1,3	31,0	2,8	1,1
1963	34,0	4,5	2,2	33,8	3,2	0,4
1964	38,5	5,5	1,0	37,0	4,1	0,9
1965	44,0			41,1		

Замедление роста валовых инвестиций в оборудование и строительство, а также личного потребления населения впервые проявилось в 1950 г. Локальные минимумы фактических и расчетных значений вторых разностей для личного дохода населения, фонда заработной платы и валовых инвестиций в жилищное, промышленное и торговое строительство не совпадают во времени. Первые наблюдались в 1950 г., вторые приходятся на 1951 г.

После отмеченного спада в развитии экономики наступил период подъема, т. е. ускорение роста экономических показателей, что нашло выражение в увеличении вторых разностей фактических и расчетных показателей. Период подъема продолжался один-два года.

Второе замедление роста экономических показателей произошло в 1953 г. и выразилось в замедлении роста валового национального продукта, прибыли, личного дохода населения и валовых инвестиций в жилищное, промышленное и торговое строительство. Так,

Таблица 7

Валовые капиталовложения в строительство в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	I_p	ΔI_p	$\Delta^2 I_p$	I_p	ΔI_p	$\Delta^2 I_p$
1949	37,6	7,8		37,6	4,1	
1950	45,4	-0,6	-8,4	41,7	2,1	-2,0
1951	44,8	0,4	1,0	43,8	1,1	-1,0
1952	45,2	2,2	1,8	44,9	1,9	0,8
1953	47,4	3,2	1,0	46,8	1,9	0
1954	50,6	4,0	1,8	48,7	1,9	0
1955	54,6	-0,2	-4,2	50,6	1,5	-0,4
1956	54,4	-1,5	-1,3	52,1	1,4	-0,1
1957	52,9	0,8	2,3	53,5	1,2	-0,2
1958	53,7	4,0	3,2	54,7	1,2	0
1959	57,7	-2,0	-6,0	55,9	1,2	0
1960	55,7	0,6	2,6	57,1	1,2	0
1961	56,3	3,1	2,5	58,3	1,2	0
1962	59,4	1,5	-1,6	59,5	1,4	0,2
1963	60,9	1,5	0	60,9	1,3	-0,1
1964	62,4	3,5	2,0	62,2	1,2	-0,1
1965	65,9			63,4		

для валового национального продукта локальные минимумы вторых разностей равны соответственно -23,5 и -15,6 млрд. долл. Для фонда заработной платы локальный минимум фактических вторых разностей наблюдался в 1952 г. (-11,8 млрд. долл.), а расчетных — в 1953 г. (-9,7). Локальные минимумы вторых разностей фактических значений личного потребления, валовых капиталовложений в строительство и оборудование имели место в 1953 г. Локальные минимумы вторых разностей расчетных значений этих показателей наблюдались в 1954 г.

После спада 1953—1954 гг. в экономике наступил подъем, который продолжался два-три года. Особенность этого периода состояла в том, что в первый год произошел резкий рост экономических показателей, а в последующие год-два рост продолжался, но уже меньшими темпами. Валовой национальный продукт, например, увели-

Таблица 8

Валовые инвестиции в жилищное, промышленное и торговое строительство в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	I_p'	$\Delta I_p'$	$\Delta^* I_p'$	I_p'	$\Delta I_p'$	$\Delta^* I_p'$
1949	20,3	6,5		20,3	3,5	
1950	26,8	-2,9	-9,4	23,8	2,1	-1,4
1951	23,9	-0,9	2,0	25,9	-0,7	-2,8
1952	23,0	1,3	2,2	25,2	1,0	1,7
1953	24,3	2,4	1,1	26,2	1,0	0
1954	26,7	4,5	2,1	27,2	1,1	0,1
1955	31,5	-1,5	-6,0	28,3	1,6	0,5
1956	29,7	-2,3	-0,8	29,9	-0,6	-2,2
1957	27,4	-0,6	1,7	29,3	0,4	1,0
1958	26,8	3,8	4,4	29,7	0,4	0
1959	30,6	-1,9	-5,7	30,1	0,3	-0,1
1960	28,7	-0,1	1,8	30,4	0,3	0
1961	28,6	2,4	2,5	30,7	0,4	0,1
1962	31,0	0,8	-1,6	31,1	0,4	0
1963	31,8	0,6	-0,2	31,5	0,5	0,1
1964	32,4	1,7	1,1	32,0	0,3	-0,2
1965	34,1			32,3		

чился в 1955 г. по сравнению с 1954 г. на 31,0 млрд. долл., а в последующие два года этот прирост составил всего 8,1 и 6,4 млрд. долл. соответственно. Эта особенность отразилась на поведении вторых разностей экономических показателей в период подъема. Фактические вторые разности валового национального продукта уменьшились до -22,9 млрд. долл. в 1955 г., а затем увеличились до -1,7 млрд. долл. в 1956 г. Расчетные вторые разности после резкого увеличения в начале периода подъема или уменьшились, или показали очень небольшой рост.

Третий кризисный спад в экономике США произошел в 1957—1958 гг. Локальные минимумы фактических и расчетных вторых разностей валового национального продукта, фонда заработной платы и прибыли совпадают во времени с 1957 г.

Таблица 9

Личный доход населения после уплаты налогов в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	Y	ΔY	$\Delta^2 Y$	Y	ΔY	$\Delta^2 Y$
1949	230,8	18,8		221,9	6,3	
1950	249,6	6,1	-12,7	228,2	28,4	22,1
1951	255,7	7,6	1,5	256,6	14,1	-14,3
1952	263,3	12,1	4,5	270,7	13,5	-0,6
1953	275,4	3,0	-9,1	284,2	0,1	-13,4
1954	278,4	18,3	15,3	284,3	2,5	2,4
1955	296,7	12,6	-5,7	286,8	6,6	4,1
1956	309,3	6,5	-6,1	293,4	10,6	4,0
1957	315,8	3,0	-3,5	304,0	9,1	-1,5
1958	318,8	14,2	11,2	313,1	8,9	-0,2
1959	333,0	7,2	-7,0	322,0	10,7	1,8
1960	340,2	10,5	3,3	332,7	13,2	2,5
1961	350,7	16,6	6,1	345,9	17,1	3,9
1962	367,3	14,0	-2,6	363,0	16,7	-0,4
1963	381,3	26,6	12,6	379,7	18,0	1,3
1964	407,9	26,5	-0,1	399,7	18,7	0,7
1965	434,4			416,4		

Для валовых капиталовложений в оборудование и для личного потребления населения локальные минимумы фактических вторых разностей имели место в 1957 г., а расчетных — в 1958 г. Замедление роста личного дохода населения наступило еще раньше. Минимум фактических вторых разностей этого показателя наблюдался в 1956 г., а расчетных — в 1957 г. В 1956—1957 гг. произошло уменьшение абсолютной величины валовых инвестиций в строительство. Этому соответствует локальный минимум расчетных вторых разностей, равный -0,2 млрд. долл. (1957 г.).

Абсолютное уменьшение валовых инвестиций в жилищное, промышленное и торговое строительство произошло в 1956, 1957 и 1958 гг. Этому соответствует минимум расчетных вторых разностей, равный -2,2 млрд. долл.

Четвертый кризисный спад в экономике США наблюдался в 1960—1961 гг. Соответствующие минимумы вторых разностей фак-

Таблица 10

Личное потребление в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	S	ΔS	$\Delta^2 S$	S	ΔS	$\Delta^2 S$
1949	224,1	11,9		224,1	0,9	
1950	236,0	4,0	-7,9	225,0	7,3	6,4
1951	240,0	-0,7	-4,0	232,3	15,9	8,6
1952	239,3	11,4	12,1	248,2	11,2	-4,7
1953	250,7	4,9	-6,5	259,4	11,3	0,1
1954	255,6	18,5	13,6	270,7	5,2	-6,1
1955	274,1	7,2	-11,3	275,9	6,4	1,2
1956	281,3	6,9	-0,3	282,3	8,3	1,9
1957	288,2	1,9	-5,0	290,6	10,6	2,3
1958	290,1	17,2	15,3	301,2	10,0	-0,6
1959	307,3	8,8	-8,4	311,2	10,1	0,1
1960	316,1	6,4	-2,4	321,3	11,3	1,2
1961	322,5	15,9	9,5	332,6	13,1	1,8
1962	338,4	14,9	-1,0	345,7	16,3	3,2
1963	353,3	20,4	5,5	362,0	16,5	0,2
1964	373,7	24,7	4,3	378,5	18,2	1,7
1965	398,4			396,7		

тических показателей имели место в 1959 и 1960 гг. Вторые разности расчетных показателей в эти годы росли медленно или убывали.

Например, валовой национальный продукт в 1959 г. по сравнению с 1958 г. вырос на 28,6 млрд. долл.

В следующие два года прирост валового национального продукта составил только 11,8 и 9,5 млрд. долл. соответственно. Фактические вторые разности в соответствии с этим равнялись: 33,8 млрд. долл. в 1958 г., -16,8 в 1959 г. и -2,3 млрд. долл. в 1960 г. Расчетные вторые разности увеличились в 1959 г. на 2,4 млрд. долл. (с 0,1 до 2,5), а в 1960 г. всего на 0,1 млрд. долл.

Прибыль после увеличения в 1959 г. на 14,0 млрд. долл. выросла в 1960 г. всего на 2,7 млрд. долл. по сравнению с предыдущим годом. Этому соответствуют локальные минимумы фактических

Таблица 11

Фонд заработной платы лиц, занятых в производстве, млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	W	ΔW	$\Delta^2 W$	W	ΔW	$\Delta^2 W$
1949	145,2	11,9		145,2	4,3	
1950	157,1	0,7	-11,2	149,5	18,4	14,1
1951	157,8	19,2	18,5	167,9	8,7	-9,7
1952	177,0	7,4	-11,8	176,6	9,9	1,2
1953	184,4	0,8	-6,6	186,5	0,2	-9,7
1954	185,2	15,1	14,3	186,7	1,7	1,5
1955	200,3	12,5	-2,6	188,4	4,5	2,8
1956	212,8	4,2	-8,3	192,9	7,1	2,6
1957	217,0	-6,6	-10,8	200,0	6,0	-1,1
1958	210,4	16,2	22,8	206,0	5,6	-0,4
1959	226,6	7,4	-8,8	211,6	6,7	1,1
1960	234,0	2,2	-5,2	218,3	8,3	1,6
1961	236,2	13,9	11,7	226,6	11,0	2,7
1962	250,1	10,6	-3,3	237,6	10,5	-0,5
1963	260,7	14,9	4,3	248,1	11,4	0,9
1964	275,6	12,9	-2,0	259,5	11,6	0,2
1965	288,5			271,1		

и расчетных вторых разностей, равные соответственно -11,3 и 0,7 млрд. долл.

Аппроксимация фактических значений экономических показателей, полученная в многоотраслевой модели к концу периода имитации, характеризуется следующими данными. Расчетные значения валового национального продукта и личного потребления населения отличаются от фактических значений этих показателей в 1965 г. на 0,2—0,3%. Для показателей валовых инвестиций в строительство и личного дохода населения эта разность составляет 3—4%. Расчетные значения валовых инвестиций в оборудование и прибыли отличаются от фактических значений на 7 и 9% соответственно.

Прибыль в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	P	ΔP	$\Delta^2 P$	P	ΔP	$\Delta^2 P$
1949	143,1			162,5		
1950	160,8	17,7		163,9	1,4	
1951	180,0	19,2	1,5	178,2	14,3	12,9
1952	168,7	-11,3	-30,5	188,1	9,9	-4,4
1953	178,3	9,6	20,9	197,1	9,0	-0,9
1954	174,0	-4,3	-13,9	201,0	3,9	-5,1
1955	184,2	10,2	14,5	204,5	3,5	-0,4
1956	188,0	3,8	-6,4	209,9	5,4	1,9
1957	188,9	0,9	-2,9	217,3	7,4	2,0
1958	186,1	-2,8	-3,7	223,4	6,1	-1,3
1959	200,1	14,0	16,8	230,0	6,6	0,5
1960	202,8	2,7	-11,3	237,6	7,6	1,0
1961	207,2	4,4	1,7	245,9	8,3	0,7
1962	222,9	15,7	11,3	256,4	10,5	2,2
1963	232,6	9,7	-6,0	267,3	10,9	0,4
1964	245,9	13,3	3,6	279,2	11,9	1,0
1965	266,1	20,2	6,9	291,0	11,8	-0,1

§ 3. ПРОГНОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ США НА 1965—1969 гг.

Перспективные расчеты по модели выполнены на 15 лет, начиная с 1965 г. Здесь мы приводим результаты прогноза на 1965—1969 гг. Данный прогноз делался при предположении ежегодного роста трудовых ресурсов на 2 %. Сравнение фактических и расчетных экономических показателей (табл. 13) позволяет судить о точности экстраполяции поведения экономики на первые пять лет послебазового периода.

Разность между фактическими и расчетными значениями основных экономических показателей в подавляющем большинстве случаев не превосходит 5 %. Исключение составляют валовые инвестиции в строительство (10,3 % для 1965 г.), валовые инвестиции

Таблица 13

Сравнение фактических и расчетных экономических показателей,
млрд. долл.

Показатель	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.
<i>GNP</i>					
фактический	617,8	658,1	674,6	707,2	727,1
расчетный	617,5	655,3	685,8	718,2	752,1
разность, %	0,05	0,4	1,7	2,3	3,4
<i>I</i> * частные					
фактические	89,7	95,3	93,9	99,1	104,8
расчетные	85,4	91,2	94,7	97,9	101,5
разность, %	4,8	4,3	0,8	1,2	3,1
<i>S</i>					
фактические	398,4	418,1	430,1	452,3	467,7
расчетные	389,2	416,6	434,9	453,8	473,3
разность, %	2,3	0,4	1,1	0,3	1,2
<i>G1</i>					
фактические	114,3	126,5	140,7	149,2	151,0
расчетные	121,6	128,9	136,5	145,3	154,5
разность, %	6,4	1,9	3,0	2,6	2,3
<i>Y</i>					
фактические	434,4	456,3	477,7	499,0	511,5
расчетные	416,7	441,5	464,1	488,2	513,6
разность, %	4,1	3,2	2,8	2,2	0,4
<i>I_e</i>					
фактические	44,0	50,1	51,0	53,2	57,4
расчетные	44,3	47,5	49,5	51,7	53,9
разность, %	0,7	5,2	2,9	2,8	6,1
<i>I_p</i>					
фактические	65,9	65,6	63,6	67,1	67,3
расчетные	59,1	63,3	66,1	68,9	71,9
разность, %	10,3	3,5	3,9	2,7	6,8

* Частные капиталовложения равны всем капиталовложениям в оборудование и строительство за вычетом капиталовложений в государственное строительство.

Таблица 14

Темпы годового прироста основных фактических и расчетных показателей, %

Показатель	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.
<i>GNP</i> фактический расчетный	6,5 6,1	2,5 4,6	4,8 4,7	2,8 4,7	-0,7 4,6
<i>I₁</i> частные фактические расчетные	6,2 6,8	-1,5 3,8	5,5 3,4	5,7 3,6	-3,2 3,4
<i>I_e</i> фактические расчетные	3,9 7,2	1,8 4,2	4,3 4,4	7,9 4,2	-2,3 4,1
<i>I_p</i> фактические расчетные	-0,5 7,1	-3,1 4,4	5,5 4,2	0,3 4,3	-4,4 4,0
<i>Y</i> фактические расчетные	5,0 5,9	4,7 5,1	4,5 5,2	2,5 5,2	3,5 5,1
<i>S</i> фактические расчетные	4,9 7,0	2,9 4,4	5,2 4,3	3,4 4,3	1,4 4,1
<i>W</i> расчетные	5,4	4,9	4,9	4,9	4,8
<i>P</i> расчетные	7,1	4,5	4,5	4,4	4,3

в оборудование (6,1% для 1969 г.) и величина *G1*¹ (6,4% для 1965 г.).

Темпы роста основных экономических показателей, как фактических, так и расчетных, обладают следующей особенностью. Наиболее высокими являются темпы роста для 1966 г. В 1967 г. наблюдается значительное снижение темпов роста экономических показателей. Следующее увеличение темпов роста произошло в 1968 г. Для фактических показателей этот подъем сменился новым спадом в 1969 г. Для большинства расчетных показателей подъем (период стабильности) продолжался два года и спад наступил в 1970 г. (табл. 14).

Анализ фактических значений экономических показателей за рассматриваемый период также показывает, что в экономике США имел место кризисный спад в 1967 г. В 1965 г. наблюдался подъем экономической активности после спада 1964 г., а в 1968 г.— после спада 1967 г. В поведении прироста валового национального продукта спад наблюдался и в 1969 г., а в 1970 г. его абсолютное значение уменьшилось на 4,7 млрд. долл. Прирост личного дохода

¹ *G1* = *G₁* + *G₂* + *G₃* + *Z* + *I_{p44}*.

Таблица 15

Валовой национальный продукт в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	GNP	$\Delta(GNP)$	$\Delta^2(GNP)$	GNP	$\Delta(GNP)$	$\Delta^2(GNP)$
1965	617,8	40,3		617,5	37,8	
1966	658,1	16,5	-23,8	655,3	30,5	-7,3
1967	674,6	32,6	16,1	685,8	32,4	1,9
1968	707,2	17,5	-15,1	718,2	33,9	1,5
1969	724,7		-22,2	752,1		0,8
1970	720,0	-4,7		786,8	34,7	

Таблица 16

Валовые капиталовложения в оборудование в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	I_e	ΔI_e	$\Delta^2 I_e$	I_e	ΔI_e	$\Delta^2 I_e$
1965	44,0	6,1		44,3	3,2	
1966	50,1	0,9	-5,2	47,5	2,0	-1,2
1967	51,0	2,2	1,3	49,5	2,2	0,2
1968	53,2	4,2	2,0	51,7	2,2	0
1969	57,4	0,7	-3,5	53,9	2,2	0
1970	58,1			56,1		

Таблица 17

Валовые капиталовложения в строительство в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	I_p	ΔI_p	$\Delta^2 I_p$	I_p	ΔI_p	$\Delta^2 I_p$
1965	65,9	-0,3		59,1	4,2	
1966	65,6	-2,0	-1,7	63,3	2,8	-1,4
1967	63,6	3,5	5,5	66,1	2,8	0
1968	67,1	0,2	-3,3	68,9	3,0	0,2
1969	67,3			71,9	2,9	0,1
1970				74,8		

Таблица 18

Частные капиталовложения в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	I	ΔI	$\Delta^2 I$	I	ΔI	$\Delta^2 I$
1965	89,7	5,6		85,4	5,8	
1966	95,3	-1,4	-7,0	91,2	3,5	-2,3
1967	93,9	5,2	6,6	94,7	3,2	-0,3
1968	99,1	5,7	0,5	97,9	3,6	0,4
1969	104,8	-0,5	-6,2	101,5	3,5	-0,1
1970	104,3			105,0		

Таблица 19

Личный доход населения после уплаты налогов в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	Y	ΔY	$\Delta^2 Y$	Y	ΔY	$\Delta^2 Y$
1965	434,4	21,9		416,7	24,8	
1966	456,3	21,4	-0,5	441,5	22,6	-2,2
1967	477,7	21,3	0,1	464,1	24,1	1,5
1968	499,0	12,5	-8,8	488,2	25,4	1,3
1969	511,5			513,6	26,1	0,7
1970	531,5			539,7		

Таблица 20

Личное потребление населения в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	Фактические			Расчетные		
	S	ΔS	$\Delta^2 S$	S	ΔS	$\Delta^2 S$
1965	398,8	19,7		389,2	27,4	
1966	418,1	12,0	-7,7	416,6	18,3	-9,1
1967	430,1	22,2	10,2	434,9	18,9	0,6
1968	452,3	15,4	-6,8	453,8	19,5	0,6
1969	467,7			473,3	19,5	0
1970	475,9			492,8		

населения уменьшался все время после 1966 г., особенно резкое снижение наблюдалось в 1969 г. Поведение фактических показателей личного потребления населения аналогично поведению валового национального продукта. Прирост частных капиталовложений хотя и увеличился в 1969 г., но в гораздо меньшей степени, чем в 1968 г. (табл. 15—20).

Валовые капиталовложения в строительство уменьшились в 1967 г. по сравнению с 1966 г. на 2 млрд. долл., а валовые инвестиции в оборудование выросли в 1967 г. всего на 0,9 млрд. долл. В отличие от других показателей резкий рост валовых инвестиций в оборудование продолжался и в 1969 г. Замедление роста этого показателя произошло в 1970 г.

Таким образом, период 1965—1970 гг. характеризовался двумя спадами в развитии экономики США — в 1967 г. и в 1969—1970 гг.— и подъемом экономической активности в 1968 г. Эти особенности экономического развития США нашли отражение в поведении рассчитанных по модели экономических показателей. Прирост расчетного показателя валового национального продукта в 1967 г. был на 7,3 млрд. долл. меньше прироста этого показателя в 1966 г. В 1968 г. наступил подъем, выразившийся в увеличении прироста на 1,9 млрд. долл. После этого, в 1969 и 1970 гг. увеличение прироста составило всего 1,5 и 0,8 млрд. долл. соответственно (табл. 15).

Расчетные показатели валовых инвестиций в оборудование, строительство и частных валовых инвестиций отражают спад 1967 г. уменьшением прироста на 1,2, 1,4 и 2,3 млрд. долл. соответственно. В 1968 г. прирост валовых инвестиций в оборудование равнялся 0,2 млрд. долл., прирост валовых инвестиций в строительство не увеличился, а прирост частных валовых инвестиций продолжал уменьшаться. Увеличение частных инвестиций произошло в 1969 г. (на 0,4 млрд. долл.), а спад произошел в 1970 г. (на 0,1 млрд. долл.). Прирост валовых капиталовложений в строительство также увеличился в 1969 г. и затем уменьшился в 1970 г. Прирост валовых инвестиций в оборудование не изменился до конца рассматриваемого периода (см. табл. 16—18).

Таблица 21
Расчетные значения прибыли и фонда заработной платы в ценах 1958 г., млрд. долл.

Год	P	ΔP	$\Delta^2 P$	W	ΔW	$\Delta^2 W$
1965	287,3			271,8	14,7	
1966	307,7	20,4	-6,6	286,5	14,0	-0,7
1967	321,5	13,8	0,6	300,5	14,8	0,8
1968	355,9	14,4	0,5	315,3	15,6	0,8
1969	350,8	14,9	0,2	330,9	15,9	0,3
1970	365,9	15,1		346,8		

В 1967 г. прирост расчетного значения личного дохода населения уменьшился на 2,2 млрд. долл. После этого наступил подъем 1968 г., когда прирост личного дохода увеличился на 1,5 млрд. долл. В 1969 и 1970 гг. наступил спад, выразившийся в меньшем увеличении прироста (см. табл. 19).

Таблица 22

Удельные веса инвестиций, личного потребления и государственных расходов в валовом национальном продукте (фактические данные), %

Год	<i>GNP</i>	<i>I</i> частные	<i>S</i>	<i>G1</i>	<i>E</i>
1965	100,0	14,5	64,4	18,5	6,1
1966	100,0	14,5	63,5	19,2	6,1
1967	100,0	13,9	63,7	20,8	6,2
1968	100,0	14,0	63,9	21,1	6,5
1969	100,0	14,4	64,3	20,8	6,7

Таблица 23

Удельные веса инвестиций, личного потребления и государственных расходов в валовом национальном продукте (расчетные данные), %

Год	<i>GNP</i>	<i>I</i> частные	<i>S</i>	<i>G1</i>	<i>E</i>
1965	100,0	13,8	63,0	19,7	6,1
1966	100,0	13,9	63,6	19,7	6,1
1967	100,0	13,8	63,4	19,9	6,2
1968	100,0	13,6	63,2	20,2	6,3
1969	100,0	13,5	62,9	20,5	6,5
1970	100,0	13,3	62,6	20,9	6,6

Прирост расчетного показателя личного потребления населения уменьшился в 1967 г. на 9,1 млрд. долл. В 1968 и 1969 гг. происходило увеличение прироста расчетного показателя личного потребления. В 1970 г. прирост этого показателя не увеличился (см. табл. 20).

Расчетные показатели прибыли и фонда заработной платы изменяются в рассмотренном периоде аналогично (табл. 21).

Рассчитанная по модели структура валового национального продукта близка к его фактической структуре (табл. 22, 23). В обоих случаях происходит увеличение удельного веса государственных расходов, государственного строительства и экспорта. Отличие состоит в том, что в фактической структуре удельный вес частных капиталовложений и личного потребления почти не меняется к 1970 г., а в расчетной структуре эти показатели несколько уменьшаются.

ГЛАВА III

МИНООТРАСЛЕВЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МДМ США — 1971 и 1972

§ 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛЕЙ

Межотраслевая динамическая модель экономики США 1971 г. (МДМ США — 1971) представляет собой модификацию межотраслевой динамической модели экономики США 1970 г. (МДМ США — 1970).

Система балансовых уравнений имеет вид

$$\begin{aligned}
 X_{i,t} - \sum_{j=1}^{22} a_{ij}^t X_{j,t} = & \sum_{j=23}^{37} b_{ij}^t I_{ej,t} + \sum_{j=38}^{44} c_{ij}^t I_{pj,t} + \sum_{j=45}^{48} d_{ij}^t S_{j,t} + \\
 & + \sum_{h=1}^3 g_{h,i}^t G_{h,t} + e_i^t E_t - \alpha_{i,t} + n_i^t \Delta I_{nt}, \quad i = 1, \dots, 22. \quad (\text{III.1})
 \end{aligned}$$

В системе уравнений (III.1) приняты следующие обозначения (все стоимостные переменные даны в неизменных ценах 1958 г.):

t — время;

X — товарная продукция отрасли;

I_e — валовые капиталовложения в оборудование;

I_p — валовые капиталовложения в строительство;

S — личное потребление;

G — государственные закупки;

E — экспорт;

α — конкурирующий импорт;

ΔI_n — изменение товарных запасов;

a — коэффициенты прямых затрат;

b, c, d, e, g, n — коэффициенты распределения соответствующих показателей по поставляющим отраслям;

i — номер поставляющей отрасли;

j — номер потребляющей отрасли.

Новым моментом в уравнениях (III.1) по сравнению с двумя более ранними моделями является включение в него весьма подвижного и чувствительного к циклическим колебаниям компонента конечного спроса — прироста товарных запасов (ΔI_n).

Изменение товарных запасов предполагается функцией прибыли и величины товарных запасов, накопленных к началу текущего периода.

В отличие от предыдущих моделей фонд заработной платы в МДМ США — 1971 вычисляется в одном варианте как произведение ставки годовой заработной платы на численность лиц, занятых в производстве (L_t), а в другом варианте — с помощью уравнения регрессии как функция условно-чистой продукции. При этом численность лиц, занятых в производстве, находится как функция величины условно-чистой продукции за текущий период и производительности труда за предшествующий год.

Другим отличием является способ определения фонда жалованья государственных служащих (Z): в МДМ США — 1970 этот показатель зависит от общего объема закупок государства ($G_t = G_1, t + G_2, t + G_3, t$) и фактора времени, а в МДМ США — 1971 — задается экзогенно.

Валовой национальный продукт в МДМ США — 1971 определяется тождеством

$$G.NP = S + I_e + I'_p + G1 + E - X_{21} - \alpha + \Delta I_n,$$

Здесь $G1 = G_1 + G_2 + G_3 + I_{p44} + Z$,

где I_{p44} — объем государственного строительства;

I'_p — объем частного строительства.

В МДМ США — 1970 закупки оборудования, капиталовложения в строительство и закупки товаров для личного потребления определялись отдельно для каждой отрасли и каждого вида личного потребления. В МДМ США — 1971 уравнения регрессии для определения компонентов конечного спроса построены для нескольких групп отрас-

лей. Показатели для каждой отрасли получаются в соответствии с заданной структурой. Так, для всех закупок оборудования имеется одно уравнение. Из частного строительства выделено жилищное строительство. Закупки автомобилей и других товаров длительного пользования объединены в одну группу. В этой модели все уравнения регрессии — рекуррентные и двух видов: линейные и логарифмические (табл. 24, 25). Приняты следующие обозначения:

- I_e — закупки оборудования;
- I_1 — частное строительство, кроме жилищного;
- I_2 — жилищное строительство;
- S_1 — закупки автомобилей и других товаров длительного пользования;
- S_2 — закупки товаров кратковременного пользования;
- S_3 — услуги;
- K_1 — накопленные основные фонды в виде оборудования;
- K_2 — основные фонды в частном строительстве;
- K_3 — жилой фонд;
- K_4 — запасы товаров длительного пользования у населения;
- K_5 — товарные запасы.

Применение квадратичных уравнений регрессии дает хорошие результаты при имитации базового периода. Однако за пределами базового периода результаты расчетов очень быстро отклоняются от реальных значений. Чтобы исключить влияние искажений, вносимых квадратичными уравнениями регрессии, в МДМ США — 1970 предусмотрен блок адаптации.

В этом отношении модель МДМ США — 1971 является устойчивой. Применение уравнений регрессии линейного и логарифмического вида по крупным группам отраслей улучшило свойства модели. При этом лучшие результаты получены в варианте с уравнениями логарифмического вида.

Для функционирования модели необходимо задать начальные условия. В дальнейшем показатели, рассчитанные по модели на шаге $t-1$, служат исходными для расчетов на шаге t . Базовым периодом для МДМ США — 1970 выступает промежуток времени с 1949 по 1965 г., а для МДМ США — 1971 — с 1949 по 1969 г.

Главные отличия МДМ США — 1972 от предыдущей модели состоят в следующем.

1. Уравнения регрессии, используемые для построения модели, содержат не только лаговые значения экономических факторов, но и их текущие значения. При этом применялась другая методика для определения фонда заработной платы в постоянных ценах по сравнению с предыдущим вариантом, что привело к изменению исходных фактических рядов для фонда заработной платы и прибыли. В соответствии с этим изменились коэффициенты в соответствующих уравнениях регрессии, содержащих эти факторы, например в уравнениях для ставки заработной платы и для личных доходов населения.

Кроме того, в этой модели использовались как регрессионные уравнения с отрицательной зависимостью от фактора $G1$, так и уравнения без такой зависимости (табл. 26, 27).

Коэффициенты и оценки для линейных уравнений регрессии МДМ СПА—1971

Показательная функция	Свободный член	P_t	P_{t-1}	V_t	V_{t-1}	Y_{t-1}	$K_{1,t-1}$	$K_{2,t-1}$	$K_{3,t-1}$
I_{et}	-14,5972		0,3823 (0,0510)				-0,1459 (0,0330)		
$I_{1,t}$	7,9481			0,0732 (0,0183)			-0,0550 (0,0354)		
$I_{2,t}$	18,5834			-0,0527 (0,0180)					0,0495 (0,0172)
$S_{1,t}$	-16,0837				0,1339 (0,0630)				
$S_{2,t}$	32,9103				0,3630 (0,0244)				
$S_{3,t}$	13,3189				0,2892 (0,0227)				
L_t	49,0396				0,0843 (0,0127)				
w_t	1686,8970								
ΔI_{nt}	2,7969				0,4405 (0,0911)				
Y_t	-42,1804				0,8633 (0,1648)				

Окончание табл. 24

Показа- тель- функция	$K_{4,t-1}$	$K_{5,t-1}$	G_{1t}	G_{1t-1}	$W_t + Z_t$	(V_t/L_t)	(V_{t-1}/L_{t-1})	t	R^*	\bar{s}
I_{et}									0,961	2,220
$I_{1,t}$			-0,0011 (0,0010)	-0,0346 (0,0256)					0,941	0,975
$I_{2,t}$				0,0692 (0,0419)					0,483	1,690
$S_{1,t}$	0,2097 (0,1180)		-0,1374 (0,0943)						0,966	3,381
$S_{2,t}$			-0,0507 (0,0769)						0,991	2,865
$S_{3,t}$			-0,0783 (0,0392)						1,6968 (0,2519)	0,998
L_t						-0,003999 (0,001010)			0,959	1,460
w_t						0,2291 (0,0028)			0,996	0,840
ΔI_{nt}			-0,7634 (0,1724)						66,1411 (14,0364)	45,480
Y_t									0,631	2,750
									0,996	5,526
						0,6129 (0,1304)				

Таблица 25

Коэффициенты и оценки для логарифмических уравнений регрессии МДМ США—1971

Показательная функция	Свободный член	$\ln P_t$	$\ln P_{t-1}$	$\ln V_t$	$\ln V_{t-1}$	$\ln Y_{t-1}$	$\ln K_{1,t-1}$	$\ln K_{2,t-1}$	$\ln K_{3,t-1}$
$\ln I_{et}$	-3,0535		2,2566 (0,2975)				-0,9650 (0,2609)		
$\ln I_{1,t}$	0,2659				1,8765 (0,4278)		-1,4143 (0,5538)		
$\ln I_{2,t}$	2,7403				-0,9793 (0,3635)			0,9160 (0,3373)	
$\ln S_{1,t}$	-3,7938					1,0787 (0,4824)			
$\ln S_{2,t}$	0,3741					0,8190 (0,0381)			
$\ln S_{3,t}$	-1,0172					1,0769 (0,0461)			
$\ln L_t$	5,4945				0,8077 (0,1379)				
$\ln w_t$	0,6745								
$\ln Y_t$	0,2114		0,6025 (0,1183)						

Окончание табл. 25

Показательная функция	$\ln K_{4,t-1}$	$\ln G_{1t}$	$\ln G_{1,t-1}$	$\ln (W_t + Z_t)$	$\ln (V_t/L_t)$	$\ln (V_{t-1}/L_{t-1})$	$\ln t$	R^*	\bar{s}
$\ln I_{et}$								0,952	0,6780
$\ln I_{1,t}$			-0,1662 (0,10461)					0,946	0,0513
$\ln I_{2,t}$			0,1792 (0,1471)					0,489	0,0786
$\ln S_{1,t}$	0,5319 (0,4616)	-0,2843 (0,1613)						0,955	0,0755
$\ln S_{2,t}$		-0,0271 (0,0329)						0,993	0,0161
$\ln S_{3,t}$		-0,1231 (0,0412)						0,0508 (0,0131)	0,996
$\ln L_t$					-0,7142 (0,1830)			0,944	0,0170
$\ln w_t$					0,8458 (0,0445)			0,0342 (0,0094)	0,995
$\ln Y_t$				0,4254 (0,1235)				0,994	0,0200

Коэффициенты и оценки для линейных

Показатель-функция	Свободный член	P_t	P_{t-1}	V_t	V_{t-1}
I_{et}	-18,2595 -47,8357	0,01295 (0,0806) 0,0308 (0,0829)	0,3949 (0,1161) 0,3227 (0,1106)		
$I_{1,t}$	9,6878 13,4973			0,0396 (0,0178) 0,0334 (0,0185)	0,0440 (0,0210) 0,0380 (0,0198)
$I_{2,t}$	19,0408 18,4132			0,0858 (0,0256) 0,0758 (0,0292)	-0,1356 (0,0286) -0,1086 (0,0306)
$S_{1,t}$	-12,3376 -13,0497				
$S_{2,t}$	34,4410				
$S_{3,t}$	11,4434 11,3921				
ΔI_{nt}	-6,0117	0,2548 (0,0436)			
L_t	49,0396			0,0843 (0,0127)	
w_t	1484,6364				
Y_t	-10,5532 -13,2394	0,3211 (0,1966) 0,4809 (0,1826)			

уравнений регрессии МДМ США—1972

Y_t	Y_{t-1}	$K_{1,t-1}$	$K_{2,t-1}$	$K_{3,t-1}$
		-0,06896 (0,03577) -0,0734 (0,0370)		
			-0,0748 (0,0330) -0,0826 (0,0324)	
				0,0375 (0,0141) 0,0412 (0,0162)
0,3983 (0,0801)	-0,3410 (0,1039)			
0,4071 (0,0866)	-0,3650 (0,1116)			
0,3302 (0,0699)				
0,1471 (0,0416)	0,1437 (0,0447)			
0,1581 (0,0453)	0,1133 (0,0465)			

Показательная функция	$K_{4,t-1}$	$K_{5,t-1}$	$G1_t$	$G1_{t-1}$	$(W+Z)_t$
I_{et}			-0,1196 (0,0769)		
$I_{1,t}$			-0,00156 (0,00092)	-0,0358 (0,0229)	
$I_{2,t}$				0,0861 (0,0335)	
$S_{1,t}$	0,3025 (0,0785) 0,2630 (0,0821)		-0,1205 (0,0610)		
$S_{2,t}$					
$S_{3,t}$			-0,0648 (0,0305)		
ΔI_{nt}		-0,3723 (0,0737)			
L_t					
w_t					
Y_t				-0,3094 (0,1783) 0,9026 (0,1193)	1,1135 (0,1663)

(V_t / L_t)	(V_{t-1} / L_{t-1})	t	R^2	\bar{s}
			0,958 0,952	2,634 2,735
			0,956 0,943	0,875 0,934
			0,696 0,571	1,341 1,547
			0,987 0,984	2,192 2,371
			0,996	1,967
	1,5173 (0,2010) 1,5075 (0,2207)		0,999 0,999	1,133 1,244
			0,676	2,520
	-0,003999 (0,001010)		0,959	0,840
0,2447 (0,0664)		75,7548 (14,6067)	0,997	50,970
			0,996 0,995	6,187 6,506

Таблица 27

Коэффициенты и оценки для логарифмических уравнений регрессии МДМ США—1972

Показатель-функция	Свободный член	$\ln P_t$	$\ln P_{t-1}$	$\ln V_t$	$\ln V_{t-1}$	$\ln Y_t$	$\ln Y_{t-1}$	$\ln K_{t,t-1}$
$\ln I_{e_t}$	-4,5961 (0,4035) 0,8699 (0,4308)	0,6747 (0,5114) 1,5138 (0,5191)	1,9270 (0,5114) 1,5138 (0,5191)					-0,7616 (0,2444) -0,8738 (0,2616)
$\ln I_{1,t}$	-0,0395 0,7350			0,9646 (0,3579) 0,7785 (0,3832)	1,2878 (0,4209) 1,0025 (0,3887)			-1,7014 (0,5332) -1,4990 (0,4938)
$\ln I_{2,t}$	2,7752 2,2096			1,6343 (0,4645) 1,4094 (0,5015)	-2,4492 (0,5037) -2,1701 (0,5290)			
$\ln S_{1,t}$	-3,6529 -3,5578					2,8291 (0,5357) 2,9798 (0,5816)	-4,7926 (0,6210) -1,9615 (0,6747)	
$\ln S_{2,t}$	0,4419					0,6490 (0,1074)	0,1326 (0,1092)	
$\ln S_{3,t}$	-1,0758 -1,1827					0,4728 (0,1776) 0,5830 (0,2052)	0,5968 (0,1846) 0,4301 (0,2072)	
$\ln L_t$	5,4945							
$\ln w_t$	-0,6102							
$\ln Y_t$	-0,0887 0,0700	0,2115 (0,1015) 0,4225 (0,1398)		0,8077 (0,1379)				

Окончание табл. 27

Показатель-функция	$\ln K_{3,t-1}$	$\ln K_{4,t-1}$	$\ln G_{1t}$	$\ln G_{1,t-1}$	$\ln (W+2)_t$	$\ln (V_t/L_t)$	$\ln (V_{t-1}/L_{t-1})$	$\ln t$	R^*	\overline{S}
$\ln I_{el}$			-0,3478 (0,1480)						0,966 0,0630	
$\ln I_{1,t}$		-0,0281 (0,0172)	-0,1678 (0,0916)						0,957 0,0690	
$\ln I_{2,t}$	0,6895 (0,2688) 0,8176 (0,2853)		0,2364 (0,1150)					0,966 0,0432	0,953 0,0479	
$\ln S_{1,t}$	0,4660 (0,2876) 0,2743 (0,2987)	-0,2126 (0,1013)						0,712 0,0608	0,636 0,0663	
$\ln S_{2,t}$								0,984 0,0469	0,979 0,0510	
$\ln S_{3,t}$		-0,1018 (0,0363)						0,998 0,0095	0,996 0,0179	
$\ln L_t$					-0,7142 (0,1830)			0,944 0,0170		
$\ln w_t$				0,9944 (0,0533)		0,0257 (0,0115)		0,994 0,0150		
$\ln Y_t$		-0,4878 (0,0372)	1,0018 (0,1145) 0,6243 (0,1243)					0,997 0,0140	0,993 0,0210	

2. Сделано предположение о том, что выпуск продукции отстоит от затрат на период времени, равный шагу модели. В соответствии с этим левая часть системы балансовых уравнений модели записывается в виде

$$X_{i,t} - \sum_{j=1}^{22} a_{ij}^{t-1} X_{j,t-1}, \quad i = 1, \dots, 22.$$

Такой подход, несмотря на некоторую погрешность, в большей степени соответствует понятию «динамической» модели и позволяет, используя итеративный метод решения, рассматривать модели большой размерности.

Здесь приводятся результаты имитации и прогноз развития экономики США, выполненные с помощью МДМ США—1971. Результаты, полученные на МДМ США—1972, также оказались вполне удовлетворительными. Для этой модели здесь приводятся только результаты исследования влияния экзогенных факторов на темп роста экономики и динамические свойства.

2. ИМИТАЦИЯ БАЗОВОГО ПЕРИОДА (1949—1969 гг.)

Результаты имитации базового периода на МДМ США—1970 были описаны ранее. Здесь мы излагаем результаты имитации базового периода на МДМ США—1971. Расчеты проводились по двум вариантам модели — с линейными и логарифмическими уравнениями регрессии. Для проведения этих расчетов использовались статистические данные о государственных закупках, объеме государственного строительства, экспорта, жалованья государственных служащих и изменениях товарных запасов. Эти фактические данные вводились в правую часть системы уравнений (П.1) в качестве экзогенных величин (табл. 28). Фактические и расчетные значения основных эндогенных показателей представлены в табл. 29—31.

В конце базового периода по всем показателям получено хорошее приближение к фактическим значениям (табл. 32). Внутри базового периода значения расчетных показателей в большинстве случаев ниже соответствующих фактических значений.

Поведение расчетных показателей внутри периода имитации рассмотрим на примере валового национального дохода. Наименьшее отклонение расчетного показателя *GNP* от фактического достигается в самом начале, в конце и в некоторых внутренних точках базового периода. Величина отклонений для линейного варианта не превышает 8%, а для логарифмического — 6% (табл. 33). Остаточная дисперсия равна соответственно 16,87 и 14,74.

Колебания абсолютных и относительных отклонений расчетных показателей от фактических не носят случайного характера, а хорошо воспроизводят циклическое развитие экономики США. Минимумы этих отклонений совпадают с кризисными спадами, имевшими место в 1949, 1954, 1958 и 1968 гг. Таким образом, поведение расчетных показателей модели отображает лишь общую, главную тенденцию

Таблица 28

Экзогенные показатели, млрд. долл.

Год	G ₁	G ₂	G ₃	Z	I _{p₄₄}	E	ΔI _H
1949	9,2	1,0	4,6	30,1	8,5	18,1	- 3,9
1950	6,4	0,7	5,2	31,1	9,3	16,3	8,3
1951	18,6	2,1	4,5	38,8	11,3	19,3	10,9
1952	31,6	2,0	4,3	41,8	12,6	18,2	3,3
1953	35,7	5,3	4,0	41,7	13,0	17,8	0,9
1954	27,5	3,0	3,8	40,9	13,7	18,8	-2,0
1955	23,8	2,1	5,0	40,7	13,4	20,9	6,4
1956	24,5	1,0	4,8	41,3	13,8	24,2	4,8
1957	26,8	0,8	5,2	41,9	14,6	26,2	1,2
1958	26,9	2,3	6,6	42,1	16,2	23,1	-1,5
1959	26,4	2,0	7,0	42,5	16,6	23,8	4,8
1960	25,3	2,2	7,3	43,7	16,2	27,3	3,5
1961	27,7	2,7	8,8	44,8	17,4	28,0	2,0
1962	31,1	4,2	7,6	46,9	17,7	30,0	6,0
1963	29,8	5,2	8,6	47,8	18,3	32,1	5,8
1964	27,2	6,0	9,9	49,2	18,8	36,4	4,6
1965	26,8	6,7	11,5	50,8	19,7	37,3	8,8
1966	32,9	6,3	13,1	54,6	20,3	40,1	13,9
1967	40,7	7,2	14,7	57,6	20,6	42,1	6,9
1968	42,4	9,2	16,6	59,7	21,1	45,7	6,9
1969	39,5	9,4	18,9	60,7	20,0	48,5	7,2

Таблица 29

Фактические значения эндогенных показателей, млрд. долл.

Год	GNP	V	I _e	I _p	P	W	Y	S
1949	324,1	294,1	22,6	37,6	140,4	153,7	230,8	224,1
1950	355,3	324,2	24,8	45,4	157,5	166,7	249,6	236,0
1951	383,4	344,6	25,5	44,8	165,5	179,1	255,7	240,0
1952	395,4	353,2	24,6	45,2	165,6	187,6	263,3	239,3
1953	412,8	371,1	25,8	47,4	170,4	200,7	275,4	250,7
1954	407,0	366,2	24,5	50,6	170,3	195,9	278,4	258,6
1955	438,0	397,2	27,7	54,6	187,8	209,4	296,7	275,1
1956	446,1	404,8	28,8	54,4	185,1	219,7	309,3	284,3
1957	452,5	410,5	29,1	52,9	188,0	222,5	315,8	281,2
1958	447,3	405,2	25,0	53,7	189,5	215,7	318,8	290,1
1959	475,9	433,4	27,9	57,7	202,3	231,1	333,0	307,3
1960	487,7	444,0	29,6	55,7	205,2	238,8	340,2	316,1
1961	497,2	452,3	28,1	56,3	211,7	240,6	350,7	322,5
1962	529,8	482,9	31,7	59,4	228,7	254,2	367,3	338,4
1963	551,0	503,2	34,0	60,9	239,3	263,9	381,3	353,3
1964	580,0	532,0	38,5	62,4	254,1	277,9	407,9	373,7
1965	617,8	567,0	44,1	65,9	273,8	293,2	434,4	398,4
1966	658,1	603,5	50,1	65,6	288,6	314,9	459,2	417,8
1967	674,6	617,5	50,6	63,6	292,7	324,8	477,7	430,3
1968	707,6	647,6	52,7	67,1	304,9	342,7	499,0	452,3
1969	727,1	666,4	56,9	67,3	306,9	359,5	511,5	467,7

Таблица 30

Расчетные показатели (линейный вариант), млрд. долл.

Год	GNP	V	I _e	I _p	P	W	Y	S
1949	324,9	295,0	22,0	40,0	137,6	157,3	221,5	219,1
1950	329,0	298,0	19,7	41,5	136,7	161,2	223,7	215,2
1951	352,6	314,0	18,4	44,0	143,6	170,3	240,0	213,1
1952	372,9	331,2	20,3	46,9	152,1	179,1	254,5	222,9
1953	391,1	349,5	22,6	48,8	161,5	187,9	268,0	233,8
1954	397,7	356,9	25,1	50,7	164,7	192,1	272,8	249,1
1955	411,1	370,6	25,0	50,7	171,0	199,6	282,7	256,3
1956	424,7	383,6	26,2	51,7	176,9	206,6	292,5	266,6
1957	437,5	395,9	27,1	53,2	182,4	213,4	301,8	276,1
1958	446,8	404,8	27,9	55,6	185,9	218,9	308,3	285,1
1959	462,1	419,7	27,9	56,7	192,5	227,2	319,3	293,2
1960	477,6	434,2	29,1	57,1	198,9	235,2	330,5	304,9
1961	494,9	450,3	30,3	58,9	206,4	243,9	342,9	315,4
1962	519,5	472,8	31,8	60,4	217,3	255,3	360,8	327,0
1963	543,2	495,7	34,5	61,7	228,7	266,9	378,2	344,0
1964	567,4	518,6	37,2	63,0	240,2	278,4	396,0	361,2
1965	595,9	545,5	39,7	64,6	253,6	291,8	416,8	378,3
1966	634,9	580,7	42,8	66,0	271,4	309,2	445,2	396,1
1967	670,4	613,3	47,3	67,4	287,8	325,4	471,1	419,5
1968	708,0	648,9	50,9	68,9	305,5	343,3	498,6	442,6
1969	740,9	680,8	54,7	68,7	320,8	360,0	522,6	469,7

Таблица 31

Расчетные показатели (логарифмический вариант), млрд. долл.

Год	GNP	V	I _e	I _p	P	W	Y	S
1949	325,1	295,2	22,8	39,4	143,2	151,9	225,1	219,0
1950	334,4	303,5	22,5	41,2	144,3	159,2	230,3	218,5
1951	360,3	321,6	21,6	44,0	151,4	170,2	246,8	218,0
1952	381,8	340,2	23,0	47,0	159,3	180,8	261,4	229,6
1953	400,6	359,0	24,7	48,7	167,7	191,2	274,9	241,9
1954	407,0	366,2	26,4	50,5	170,7	195,4	279,6	257,8
1955	420,0	379,4	26,1	50,7	176,7	202,7	289,0	264,6
1956	433,0	391,9	27,0	51,7	182,4	209,4	298,4	274,6
1957	444,9	403,3	27,8	53,1	187,6	215,6	306,9	283,5
1958	452,9	410,9	28,4	55,4	191,1	219,8	312,6	291,4
1959	466,7	424,3	28,5	56,3	197,3	226,9	322,6	297,9
1960	480,8	437,4	29,5	56,5	203,4	233,9	332,7	308,6
1961	496,3	451,7	30,4	58,3	210,2	241,4	343,8	317,4
1962	518,7	472,0	31,8	59,3	220,0	252,0	359,9	327,2
1963	540,5	493,0	34,0	60,6	230,1	262,8	375,9	342,9
1964	563,1	514,3	36,2	61,8	240,6	273,6	392,5	359,0
1965	590,1	539,7	38,4	63,3	253,1	286,5	412,4	375,0
1966	627,7	573,6	41,3	64,6	269,9	303,6	439,7	391,6
1967	662,7	605,6	45,6	65,9	286,0	319,5	465,4	414,6
1968	700,7	641,6	49,4	67,2	304,2	337,3	493,7	438,2
1969	736,2	676,2	53,8	67,0	322,0	354,2	520,5	467,3

Таблица 32

Отклонения расчетных показателей от фактических в конце базового периода, %

Показатель	Вариант	
	линейный	логарифмический
GNP	1,90	1,25
V	2,16	1,47
I_e	3,87	5,45
I_p	2,08	0,45
P	4,53	4,92
W	0,14	1,47
Y	2,17	1,76
S	0,43	0,09

развития экономики США в базовом периоде и не улавливает в явном виде циклических колебаний.

Достаточно полную информацию о циклических колебаниях в экономике США удается получить, анализируя изменение вторых разностей расчетных показателей. Если первая разность характеризует скорость изменений показателя в некотором интервале времени (в нашем случае этот интервал равен одному году), то вторая разность определяет ускорение этого изменения на границе двух временных интервалов. Другими словами, вторая разность, вычисленная для определенного момента времени, показывает, происходит ли ускорение или замедление роста показателя.

Рассмотрим сначала поведение вторых разностей фактических показателей (табл. 34). Замедление роста всех фактических показателей наблюдалось в 1950 г. и почти всех (кроме капиталовложений в строительство и личных доходов населения) — в 1951 г. В 1952 г. произошло ускорение роста. В 1953 г. ускорение роста валовых капиталовложений в строительство было меньшим, чем в предыдущие и последующие годы. Для всех остальных показателей произошло замедление роста.

Следующее замедление роста фактических показателей имело место в 1955 г. Оно продолжалось в меньшей степени для всех показателей, кроме прибыли, в 1956 г. и для всех показателей, кроме капитальных вложений в строительство, — в 1957 г.

После ускорения роста в 1958 г. рост всех показателей в 1959 г. замедлился. Замедление по некоторым из них продолжалось и в

Таблица 33

Отклонения расчетных значений GNP от фактических

Год	Вариант				Год	Вариант				
	линейный		логарифмический			линейный		логарифмический		
	млрд. долл.	%	млрд. долл.	%		млрд. долл.	%	млрд. долл.	%	
1949	-0,8	-0,25	-1,0	-0,31	1959	13,8	2,90	9,2	1,93	
1950	26,3	7,40	21,2	5,97	1960	10,1	2,07	6,9	1,41	
1951	30,8	8,03	23,1	6,02	1961	2,3	0,46	0,9	0,18	
1952	22,5	5,69	13,6	3,44	1962	10,3	1,94	11,1	2,09	
1953	21,7	5,26	12,2	2,96	1963	7,8	1,42	10,5	1,91	
1954	9,3	2,28	0,0	0,00	1964	12,6	2,17	16,9	2,91	
1955	26,9	6,14	18,0	4,11	1965	21,9	3,54	27,7	4,48	
1956	21,4	4,80	13,1	2,94	1966	23,2	3,53	30,4	4,62	
1957	15,0	3,31	7,6	1,68	1967	4,2	0,62	11,9	1,76	
1958	0,5	0,11	5,6	1,25	1968	-0,4	-0,06	6,9	0,98	
					1969	-13,8	-1,90	-9,1	-1,25	

Таблица 34

Вторые разности фактических показателей, млрд. долл.

Год	$\Delta^2 GNP$	$\Delta^2 V$	$\Delta^2 I_e$	$\Delta^2 I_p$	$\Delta^2 P$	$\Delta^2 W$	$\Delta^2 Y$	$\Delta^2 S$
1950	-3,1	-9,7	-1,5	-8,4	-9,1	-0,6	-12,7	-7,9
1951	-16,4	-11,8	-1,6	1,0	-7,9	-3,9	1,5	-4,7
1952	5,7	9,3	2,1	1,8	4,7	4,6	4,5	12,1
1953	-23,2	-22,8	-2,5	1,0	-4,9	-17,3	-9,1	-6,5
1954	36,2	35,9	4,5	1,8	17,6	17,7	15,3	13,6
1955	-22,9	-23,4	-2,1	-4,2	-20,2	-3,2	-5,7	-11,3
1956	-1,7	-1,9	-0,8	-1,3	-5,6	-7,5	-6,1	-0,3
1957	-11,6	-11,0	-4,4	2,3	-1,4	-9,6	-3,5	-5,0
1958	33,8	33,5	7,0	3,2	11,3	22,2	11,2	15,3
1959	-16,8	-17,6	-1,2	-6,0	-9,9	-7,7	-7,0	-8,4
1960	-2,3	-2,3	-3,2	2,6	3,6	-5,9	3,3	-2,4
1961	23,1	22,3	5,1	2,5	10,5	11,8	6,1	9,5
1962	-11,4	-10,3	-1,3	-1,6	-6,4	-3,9	-2,6	-1,0
1963	7,8	8,5	2,2	0,0	4,2	4,3	12,6	5,5
1964	8,8	6,2	1,0	2,0	4,9	1,3	-0,1	4,3
1965	2,5	1,5	0,4	-3,8	-4,9	6,4	-1,7	-5,3
1966	-23,8	-22,5	-5,5	-1,7	-10,7	-11,8	-6,3	-6,9
1967	16,5	16,1	1,6	5,5	8,1	8,0	2,8	9,5
1968	-13,5	-11,3	2,1	-3,2	-10,2	-1,1	-8,8	-6,6

следующем 1960 г. В 1961 г. произошло ускорение роста всех показателей.

Далее замедление роста наблюдалось в 1962 г. для всех фактических значений экономических показателей. В 1966 г. произошло еще одно замедление роста экономических показателей, хотя для некоторых из них оно началось уже в 1965 г. Последнее в базовом периоде замедление роста экономических показателей имело место в 1968 г. (для валовых капиталовложений в оборудование — в 1969 г.).

Как видно из этого краткого описания, анализ изменения вторых разностей дает более полную и подробную картину поведения экономических показателей, нежели рассмотрение только изменения их абсолютных значений.

Рассматривая изменения вторых разностей фактических показателей в течение базового периода, можно отметить их ярко выраженный циклический характер. Локальные минимумы этих колебаний наблюдаются, например, для GNP и V через каждые два года в интервале с 1951 по 1959 г. В промежутке между 1959 и 1968 гг. период колебаний составляет сначала три года, затем четыре года и два года.

Изменения вторых разностей расчетных показателей в основном воспроизводят характер колебаний вторых разностей фактических показателей (табл. 35, 36).

Первый локальный минимум расчетных вторых разностей для валовых капиталовложений в оборудование и личного потребления приходится на 1950 г. Для остальных показателей этот минимум имеет место в 1951 г., как и для фактических показателей. Второй минимум наблюдается в 1953 г. и в 1954 г. для валовых капиталовложений в оборудование и строительство, а также личного потребления.

Таблица 35

Вторые разности расчетных показателей (линейный вариант), млрд. долл.

Год	$\Delta^2 GNP$	$\Delta^2 V$	$\Delta^2 I_e$	$\Delta^2 I_p$	$\Delta^2 P$	$\Delta^2 W$	$\Delta^2 Y$	$\Delta^2 S$
1950	19,5	12,9	0,9	1,0	7,8	5,1	14,1	1,7
1951	-3,3	1,1	3,2	0,3	1,4	-0,3	-1,8	11,9
1952	-2,1	1,1	0,3	-1,0	1,0	0,0	-1,0	1,1
1953	-11,6	-10,9	0,1	0,0	-6,3	-4,6	-8,7	4,3
1954	6,8	6,3	-2,6	-1,8	3,1	3,1	5,1	-7,9
1955	0,2	-0,7	1,2	1,0	-0,3	-0,3	-0,4	3,0
1956	-0,8	-0,6	-0,1	0,4	-0,4	-0,2	-0,5	-0,7
1957	-3,5	-3,3	-0,2	-0,8	-2,0	-1,3	-2,8	-0,5
1958	6,0	6,0	-0,7	-1,2	3,1	2,8	4,5	-0,9
1959	0,2	-0,4	1,2	-0,8	-0,1	-0,3	0,2	3,7
1960	1,8	1,7	-0,1	1,5	0,9	0,7	1,2	-1,3
1961	7,3	6,3	0,3	-0,6	3,5	2,8	5,5	1,1
1962	-0,9	0,3	1,2	0,4	0,4	0,0	-0,5	5,3
1963	0,5	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,4	0,2
1964	4,3	3,9	-0,1	0,2	1,9	1,9	3,0	-0,1
1965	10,5	8,3	0,5	-0,2	4,3	4,0	7,6	0,7
1966	-3,5	-2,6	1,4	0,0	-1,3	-1,2	-2,5	5,5
1967	2,1	3,0	-0,9	0,1	1,2	1,8	1,6	-0,2
1968	-4,7	-3,6	0,2	-1,7	-2,2	-1,3	-3,5	3,9

Следующий минимум вторых разностей, имевший место для фактических показателей в 1955 г., здесь наблюдается для некоторых показателей (условно-чистая продукция и фонд зарплаты) в этом же году. Для показателей валовых капиталовложений в строительство и личного потребления этот минимум смещен вправо на один год. Для остальных показателей этот локальный минимум смазан дальнейшим

Таблица 36

Вторые разности расчетных показателей (логарифмический вариант), млрд. долл.

Год	$\Delta^2 GNP$	$\Delta^2 V$	$\Delta^2 I_e$	$\Delta^2 I_p$	$\Delta^2 P$	$\Delta^2 W$	$\Delta^2 Y$	$\Delta^2 S$
1950	16,6	9,8	-0,4	1,1	6,1	3,7	11,3	0,0
1951	-4,4	0,3	2,3	0,1	0,7	-0,3	-1,9	12,1
1952	-2,7	0,3	0,1	-1,1	0,4	-0,1	-1,1	0,6
1953	-12,4	-11,6	0,0	0,0	-5,4	-6,2	-8,8	0,5
1954	6,6	6,0	-1,9	-1,6	2,9	3,1	4,7	-9,0
1955	0,0	-0,7	1,1	0,9	-0,2	-0,5	0,0	3,1
1956	-1,1	-1,0	-0,1	0,4	-0,4	-0,6	-0,9	-1,1
1957	-3,9	-3,7	-0,1	0,8	-1,7	-1,9	-2,8	-0,9
1958	5,8	5,8	-0,5	-1,2	2,7	3,0	4,3	-1,3
1959	0,3	-0,3	1,0	-0,7	-0,1	-0,2	0,1	4,0
1960	1,4	1,2	0,0	1,5	0,6	0,6	1,0	-1,8
1961	6,9	6,0	0,2	-0,7	2,9	3,0	5,0	1,0
1962	-0,6	0,5	0,9	0,4	0,3	0,4	-0,1	5,8
1963	0,8	0,3	0,0	-0,2	0,2	0,0	0,6	0,4
1964	4,4	4,1	0,0	0,3	2,0	2,0	3,3	-0,1
1965	10,6	8,4	0,6	-0,1	4,2	4,2	7,4	0,7
1966	-2,6	-1,8	1,4	0,0	-0,6	-1,1	-1,6	6,4
1967	3,0	4,0	-0,5	0,0	2,1	1,8	2,6	0,4
1968	-2,5	-1,3	0,6	-1,5	-0,4	-0,8	-1,5	5,6

Таблица 37

Отклонения вторых разностей расчетных показателей от вторых разностей фактических показателей (линейный вариант), млрд. долл.

Год	<i>GNP</i>	<i>V</i>	<i>I_e</i>	<i>I_p</i>	<i>P</i>	<i>W</i>	<i>Y</i>	<i>S</i>
1950	-22,6	-22,6	-2,4	-9,4	-16,9	-5,7	-26,8	-9,6
1951	-13,1	-12,9	-4,8	0,7	-9,3	-3,6	3,3	-16,6
1952	7,8	8,2	1,8	2,8	3,7	4,6	5,5	11,0
1953	-11,6	-11,9	-2,6	1,0	1,4	-12,7	-0,4	-10,8
1954	29,4	29,6	7,1	3,6	14,5	14,6	10,2	21,5
1955	-23,1	-22,7	-3,3	-5,2	-19,9	-2,9	-5,6	-14,3
1956	-0,9	-1,3	-0,7	-1,7	6,0	-7,3	-5,6	0,4
1957	-8,1	-7,7	-4,2	1,5	0,6	-8,3	-0,7	-4,5
1958	27,8	27,5	7,7	4,4	8,2	19,4	6,7	16,2
1959	-17,0	-17,2	-2,4	-5,2	-9,8	-7,4	-7,2	-12,1
1960	-4,1	-4,0	-3,1	1,1	2,7	-6,6	2,1	-1,1
1961	15,8	16,0	4,8	3,1	7,0	9,0	0,6	8,4
1962	-10,5	-10,6	-2,5	-2,0	-6,8	-3,9	-2,1	-6,3
1963	7,3	8,5	2,2	0,2	4,2	4,3	12,2	5,3
1964	4,5	2,3	1,1	1,8	3,0	-0,6	-3,1	4,4
1965	-8,0	-6,8	-0,1	-3,6	-9,2	2,4	-9,3	-6,0
1966	-20,3	-19,9	-6,9	-1,7	-9,4	-10,6	-3,8	-12,4
1967	14,4	13,1	2,5	5,4	6,9	6,2	1,2	9,7
1968	-8,8	-7,7	1,9	-1,2	-8,0	0,2	-5,3	-10,5

Таблица 38

Отклонения вторых разностей расчетных показателей от вторых разностей фактических показателей (логарифмический вариант), млрд. долл.

Год	<i>GNP</i>	<i>V</i>	<i>I_e</i>	<i>I_p</i>	<i>P</i>	<i>W</i>	<i>Y</i>	<i>S</i>
1950	-19,7	-19,5	-1,1	-9,5	-15,2	-4,3	-24,0	-7,9
1951	-12,0	-12,1	-3,9	0,9	-8,6	-3,6	3,4	-16,8
1952	8,4	9,0	2,0	2,9	4,3	4,7	5,6	11,5
1953	-10,8	-11,2	-2,5	1,0	-10,5	-11,1	-0,3	-7,0
1954	29,6	29,9	6,4	3,4	14,7	14,6	10,6	22,6
1955	-22,9	-22,7	-1,0	-5,1	-20,0	-2,7	-5,7	-14,4
1956	-0,6	-0,9	-0,7	-1,7	6,0	-6,9	-5,2	0,8
1957	-7,7	-7,3	-4,3	1,5	0,3	-7,7	-0,7	-4,9
1958	28,0	27,7	7,5	4,4	8,6	19,2	6,9	16,6
1959	-17,1	-17,3	-2,2	-5,3	-9,8	-7,5	-7,1	-12,4
1960	-3,7	-3,5	-3,2	1,1	3,0	-6,5	2,3	-0,6
1961	16,4	16,3	4,9	3,2	7,6	8,8	1,1	8,5
1962	-10,8	-10,8	-2,2	-2,0	-6,1	-4,0	-2,5	-6,8
1963	7,0	8,2	2,2	0,2	4,0	4,3	12,0	5,1
1964	4,4	2,1	1,0	1,7	2,9	-0,7	-3,4	4,4
1965	-8,1	-6,9	-0,2	-3,7	-9,1	2,2	-9,1	-6,0
1966	-21,2	-20,7	-6,9	-1,7	-10,1	-10,7	-4,7	-13,3
1967	13,5	12,1	2,1	5,5	6,0	6,2	0,2	9,1
1968	-11,0	-10,0	1,5	-1,7	-9,8	-0,3	-7,3	-12,2

замедлением роста в следующем году. Замедление темпов роста в 1957 г. для большинства расчетных показателей произошло в этом же году, для валовых капиталовложений в оборудование, в строительство и личного потребления — в 1958 г. Следует отметить, что минимум 1957 г. смазан также и для фактических показателей фонда зарплаты и личных доходов населения, а для фактических капиталовложений в строительство минимум вторых разностей 1957 г. не наблюдается.

Замедление роста показателей 1959 г. (для фактических валовых капиталовложений в оборудование—1960 г.) только для расчетных показателей валовых капиталовложений в строительство и личного потребления сдвинуто вправо на два и один год соответственно. Остальные локальные минимумы вторых разностей расчетных показателей также совпадают с соответствующими минимумами вторых разностей фактических показателей с точностью до сдвига на один год. Следовательно, вторые разности расчетных показателей дают информацию о циклических колебаниях, которая в явном виде не улавливается уравнениями модели. Свидетельством этого может служить также случайный характер отклонений вторых разностей расчетных показателей от вторых разностей фактических показателей (табл. 37, 38).

Рассмотрим последовательность этих отклонений для основных экономических показателей модели. Каждая из них состоит из m положительных и n отрицательных чисел (элементов). Серией называется часть последовательности, состоящая из элементов одного знака. Последовательность серий может быть записана C_{m+n}^m различными способами. Если данная последовательность получена как результат эксперимента, в котором проявления всех возможных C_{m+n}^m вариантов одинаково вероятны, то говорят, что элементы в последовательности расположены случайно¹.

Обозначим через γ количество серий в данной последовательности. Требуется ответить на вопрос, не противоречит ли наблюденное количество серий гипотезе о случайности расположения элементов.

Нижнее $g(Q; m, n)$ и верхнее $G(Q; m, n)$ — критические значения для количества серий γ , соответствующие уровню значимости $Q(0 < Q \leq 0,5)$, должны быть целочисленными решениями неравенств:

$$\begin{cases} P\{\gamma \leq g | m, n\} \leq Q, \\ P\{\gamma \leq g + 1 | m, n\} > Q, \end{cases} \quad \begin{cases} P\{\gamma \leq G - 1 | m, n\} \geq 1 - Q, \\ P\{\gamma \leq G - 2 | m, n\} < 1 - Q. \end{cases}$$

Если найденное в результате эксперимента количество серий γ удовлетворяет неравенствам

$$g(Q; m, n) < \gamma < G(Q; m, n),$$

то можно утверждать, что элементы последовательности расположены случайно.

¹ Большев Л. И. и Смирнов И. В. Таблицы математической статистики. М., 1968.

В нашем случае число положительных отклонений колеблется в пределах от 7 до 11, а отрицательных — от 12 до 8. Число серий меняется в пределах от 11 до 15. При $Q=0,005$ нижнее критическое значение для количества серий равно 4, а верхнее — 16. Таким образом, можно утверждать, что положительные и отрицательные отклонения в табл. 37 и 38 расположены случайно.

§ 3. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ США НА 1970—1975 ГГ.

Целью прогнозных расчетов, проведенных с помощью МДМ США — 1971, был анализ выдвинутой в 1969—1970 гг.² среднесрочной программы правительства США на 1970—1976 гг.² Эта программа предусматривала ускоренное развитие экономики при замедлении роста военных расходов и одновременном отказе как от значительного роста гражданских расходов государства, так и от сокращения налогов.

Валовой национальный продукт был оценен на основе предположений о ресурсах экономики на следующие пять лет. Основным элементом этих предположений было предположение о 3%-ном росте производительности труда (выпуск продукции на один рабочий час) в частном секторе экономики. Предполагался рост трудовых ресурсов с темпом 1,8% в год. Предполагалось также, что средняя продолжительность рабочего времени будет уменьшаться на 0,2% ежегодно в частном секторе.

Исходя из этих предположений, ожидался ежегодный рост валового национального продукта в размере 4,3%.

Программа правительства США предусматривала снижение военных расходов (в ценах 1958 г.) с 39,5 млрд. долл. в 1969 г. до 29,0 млрд. долл. в 1975 г., федеральные гражданские закупки в 1970—1975 гг. предполагались на уровне 9,0 млрд. долл. Закупки штатов и муниципалитетов увеличивались за этот период с 18,9 до 25,0 млрд. долл., а жалование государственных служащих — с 60,7 до 67,0 млрд. долл. (табл. 39).

Наши расчеты показали, что при этих условиях среднегодовой

Таблица 39

Изменение экзогенных величин в прогнозируемом периоде, млрд. долл.

Год	G_1	G_2	G_3	z	t_{P44}	E
1969	39,5	9,4	18,9	60,7	20,0	48,5
1970	33,1	9,0	21,5	60,7	18,0	51,2
1971	31,0	9,0	22,2	61,9	19,0	54,0
1972	29,0	9,0	22,9	63,1	20,0	56,9
1973	29,0	9,0	23,6	64,4	21,0	59,7
1974	29,0	9,0	24,3	65,7	22,0	62,5
1975	29,0	9,0	25,0	67,0	23,0	65,3

температива экономики США должен уменьшиться до 3,4% по сравнению с фактическим послевоенным темпом 3,7% и темпом более 4,3%, намеченным правительством США.

Приведенные результаты прогноза основных экономических показателей на 1970—1975 гг. (табл. 40), а также ежегод-

² Economic Report of the President. Transmitted to the Congress February 1971. U. S. Government Printing Office. Washington, 1971.

Таблица 40

Расчетные значения основных экономических показателей в прогнозируемом периоде, млрд. долл.

Год	<i>GNP</i>	<i>V</i>	<i>Ie</i>	<i>Ip</i>	<i>P</i>	<i>W</i>	<i>Y</i>	<i>S</i>
1970	747,7	687,7	50,3	66,6	321,5	366,1	527,0	490,9
1971	777,3	716,1	53,5	67,6	333,9	382,1	548,3	509,1
1972	805,5	743,1	55,7	68,9	345,1	398,0	568,3	532,0
1973	833,0	769,4	57,3	70,1	355,3	414,0	587,8	553,8
1974	859,9	795,0	58,5	71,2	364,7	430,2	606,6	575,4
1975	886,1	820,0	59,5	72,2	373,3	446,6	624,9	596,7

Таблица 41

Годовые темпы прироста основных экономических показателей в прогнозируемом периоде, %

Год	<i>GNP</i>	<i>V</i>	<i>Ie</i>	<i>Ip</i>	<i>P</i>	<i>W</i>	<i>Y</i>	<i>S</i>
1971	4,0	4,1	6,4	1,5	3,8	4,3	4,0	3,7
1972	3,6	3,7	4,0	1,8	3,3	4,1	3,6	4,4
1973	3,4	3,5	2,8	1,6	2,9	4,0	3,4	4,0
1974	3,2	3,3	2,1	1,5	2,6	3,9	3,2	3,8
1975	3,0	3,1	1,5	1,4	2,3	3,8	3,0	3,7
Среднегодовой темп	3,4	3,5	3,6	1,6	3,0	4,0	3,4	3,9

ные темпы прироста (табл. 41) свидетельствуют, что темпы прироста всех показателей неуклонно уменьшаются на протяжении прогнозируемого периода.

В связи с чрезвычайными мерами правительства США, объявленными в августе 1971 г., были проведены расчеты с целью выявить возможное влияние на экономику: а) введение 10%-ного налога на импортные товары; б) замораживание заработной платы и в) введение налоговых льгот по капиталовложениям в новую технику. Рассматривались различные количественные комбинации этих изменений (табл. 42—44).

Прогнозные расчеты показали, что удорожание конкурирующего импорта ведет к относительному уменьшению его физического объема и расширению сбыта товаров внутреннего производства. При этом рост экономики увеличивается на 0,2% по сравнению с исходным вариантом. Налоговые льготы на капиталовложения ускоряют рост экономики на 0,8—1,4%. Замедление роста ставок заработной платы в одних вариантах расчетов также приводило к ускорению роста *GNP*, хотя при других уравнениях регрессии получался противоположный результат (табл. 44). Второй вариант представляется более реалистическим. Таким образом, чрезвычайные меры правительства США в целом не могли существенно изменить тенденцию изменения основных экономических показателей.

Сравнение с прогнозами на других моделях. Чтобы оценить результаты, полученные на нашей многоотраслевой модели, полезно

Таблица 42

Влияние различных вариантов * чрезвычайных мер правительства США на рост GNP, млрд. долл.

Год	Исходный вариант	а	б	а+б	а+б+в
1970	747,7	749,7	747,7	749,7	753,4
1971	777,3	781,4	778,4	782,5	789,7
1972	805,5	811,3	810,2	816,2	826,0
1973	833,0	840,2	841,2	848,7	860,2
1974	859,9	868,1	870,6	879,1	891,6
1975	866,1	895,0	898,3	907,5	920,2

* В варианте «а» коэффициенты конкурирующего импорта h_j ($j=1, \dots, 22$) уменьшались на 10%.

Вариант «б» состоял в том, что прирост ставки заработной платы уменьшался в 2 раза по сравнению с исходным вариантом. В варианте «в» коэффициент при прибыли в уравнении регрессии для валовых капиталовложений в оборудование был увеличен на 33%.

Таблица 43

Влияние различных вариантов чрезвычайных мер правительства США на рост GNP, % к исходному варианту

Год	Исходный вариант	а	б	а+б	а+б+в
1970	100,0	100,3	100,0	100,3	100,8
1971	100,0	100,5	100,1	100,7	101,6
1972	100,0	100,7	100,6	101,3	102,5
1973	100,0	100,9	101,0	101,9	103,3
1974	100,0	101,0	101,2	102,2	103,7
1975	100,0	101,0	101,4	102,4	103,8

Мы исходили из того, что все виды государственных расходов будут увеличиваться, хотя и несколько медленнее, чем в предшествующее двадцатилетие. Темп роста государственных закупок в нашей модели приблизительно совпадает с темпом, принятым в Уортонской. В Мерилендской модели военные закупки сокращаются, вследствие чего общий объем государственного спроса растет приблизительно вдвое медленнее, чем в двух других моделях. Экспорт в нашей модели увеличивается до 58 млрд. долл. в 1975 г., в Уортонской — до 65 и в Мерилендской — до 62 млрд. долл. Эти уровни достаточно близки.

Рассмотрим результаты прогноза общественного продукта (табл. 45). В МДМ США — 1970 валовой национальный продукт растет средним темпом 3,6% до 1975 г. и 3,7% в течение всего десятиле-

³ Wharton. Economic Newsletter. Economic Forecasting Unit. Wharton School of Finance and Commerce. University of Pennsylvania. Winter 1971, p. 17—19.

сравнить их с результатами расчетов на других моделях. Выше отмечалось, что имеются лишь две модели такого типа, реализованные на материале американской статистики: Мерилендская и Уортонская (годовая). Материалы по Мерилендской модели переданы нам К. Алмоном, материалы по Уортонской модели опубликованы в бюллетене Уортонской группы³; кроме того, мы имели отраслевые данные. Эти материалы сопоставлялись с нашим прогнозом, сделанным при предположении более высоких уровней экзогенных показателей, чем было предусмотрено в среднесрочной программе правительства США. Мы считаем такое предположение более реалистичным.

При сравнительном анализе прогнозов трех рассматриваемых моделей следует иметь в виду, что расчеты выполнялись при различных предпосылках.

Влияние различных вариантов чрезвычайных мер правительства США на темпы прироста GNP , % к предыдущему году

Год	Исходный вариант	а	б	а+б (I)	а+б(I)+ +в	б (II)	а+б (II)	а+б(II)+ +в
1971	4,0	4,2	4,1	4,4	4,8	3,9	4,1	4,5
1972	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	3,5	3,7	4,0
1973	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1	3,0	3,2	3,3
1974	3,2	3,3	3,5	3,6	3,6	2,9	3,0	3,0
1975	3,0	3,1	3,2	3,2	3,2	2,8	2,9	2,9
Среднегодовой темп	3,4	3,6	3,7	3,9	4,1	3,2	3,4	3,5

тия. Это несколько меньше, чем в Уортонской (соответственно 3,8 и 4,0%) и Мерилендской моделях (4,3 и 4,1%).

Темпы роста основных эндогенных компонентов в нашей и Уортонской моделях близки друг к другу. Личное потребление в них растет за десятилетие на 3,7 и 3,8% соответственно, валовые частные инвестиции — на 4,5 и 4,8%. Учитывая замкнутый характер обеих моделей, можно считать, что указанные небольшие различия вызваны главным образом разницей в заданных темпах роста экзогенного спроса.

В Мерилендской модели личное потребление растет значительно быстрее, чем в двух других моделях (на 4,6% в течение десятилетия), а валовые частные капиталовложения — до 1975 г. несколько быстрее (4,7%), а затем медленнее (4,0%). Эта разница определяется специфическими особенностями Мерилендской модели, в которой при прогнозировании личное потребление является функцией располагаемых личных доходов (на душу населения), которые задаются экзогенно с последующей корректировкой по контрольному уровню безработицы. Будучи, таким образом, моделью открытого типа, она реагирует на замедление роста экзогенных расходов не уменьшением общего темпа роста, а перераспределением валового национального дохода в пользу личного потребления и частично накопления. Более высокий рост национального дохода Мерилендской модели решающим образом определяется заданным более быстрым ростом личного потребления.

В целом очевидно, что МДМ США дает прогнозы, сравнимые по качеству с Мерилендским и Уортонским. Прогнозируемые ею темпы роста являются реальными при сделанных предположениях.

Сравним отраслевые прогнозы, полученные на трех моделях (табл. 46). Отмеченные выше расхождения прогнозов конечного спроса отражаются и на отраслевых прогнозах. Это касается, например, сравнительно высоких темпов роста строительства, общего и транспортного машиностроения в Уортонской модели. Однако есть расхождения и иного рода. Так, в Уортонской модели необъяснимо низок темп роста сельского хозяйства. Как в Уортонской, так и в Мерилендской модели химическая промышленность развивается на уровне среднеотраслевого темпа, в нашей — существенно быстрее. Как в на-

Таблица 45

Прогнозы конечного спроса МДМ США — 1970, Уортонской и Мерилендской моделей

Показатель	Уортонская				МДМ США-1970				Мерилендская			
	1975		1979 г.		1975		1979 г.		1969 г.		1975 г.	
	млрд. долл.	темп прироста, % к 1969 г.	млрд. долл.	темп прироста, % к 1969 г.	млрд. долл.	темп прироста, % к 1969 г.	млрд. долл.	темп прироста, % к 1969 г.	млрд. долл. в ис- нач 1957 г.	1975 к 1969 г.	1975 к 1969 г.	1980 к 1969 г.
Фармакологическая промышленность	724,7	905,8	3,8	1069,6	4,0	895,4	3,6	1043,1	3,7	857,5	1105,7	1327,5
Государственные закупки	145,7	171,3	2,7	206,2	3,5	170,0	2,6	200,0	3,2	174,3	189,3	212,2
Литпоупотребление	469,3	585,5	3,8	682,6	3,8	583,3	3,7	673,2	3,7	537,3	707,2	880,3
Валовые частные инвестиции	109,6	142,8	4,5	174,9	4,8	142,4	4,4	169,9	4,5	144,3	190,4	220,9

шей, так и в Мерилендской модели связь и электроэнергетика развиваются быстрее средних темпов, а в Уортонской модели — медленнее. Как наша, так и Уортонская модель прогнозируют опережающее развитие текстильной промышленности, тогда как в Мерилендской она отстает от других отраслей.

Причины указанных различий кроются в особенностях динамики коэффициентов прямых затрат и поотраслевого распределения компонентов конечного спроса.

Отметим, что хотя в расчетах с МДМ США динамика абсолютных показателей в прогнозном периоде не обнаруживает заметных колебаний (что соответствует структуре модели), рассмотренный выше метод изучения вторых разностей позволяет высказать гипотезы о приблизительном циклическом поведении экономики. Соответствующий прогноз, сделанный на однопродуктовом аналоге МДМ США — 1970 для периода 1965—1984 гг., дает следующие значения вторых разностей валового национального продукта, млрд. долл.:

1966 . . .	1,3	1975 . . .	2,3
1967 . . .	1,5	1976 . . .	1,8
1968 . . .	1,4	1977 . . .	1,0
1969 . . .	1,6	1978 . . .	3,2
1970 . . .	1,6	1979 . . .	2,3
1971 . . .	1,0	1980 . . .	2,2
1972 . . .	4,1	1981 . . .	2,9
1973 . . .	-0,8	1982 . . .	1,1
1974 . . .	2,7	1983 . . .	3,6

Таблица 46

Отраслевые прогнозы МДМ США — 1970, Уортонской и Мерилендской моделей (1975 г.)

Отрасль	Условно-чистая продукция				МДМ США-1970				Валовая продукция				Мерилендская	
	Уортонская		млрд. долл.	отклонение от среднего темпер., %	млрд. долл.	темп. %	отклоне- ние от среднего темпер., %	млрд. долл.	темп. %	отклоне- ние от среднего темпер., %	млрд. долл.	темп. %		
	млрд. долл.	темп. %												
Сельское хозяйство	30,9	1,75	—3,4	33,1	3,0	—0,3	67,6	3,0	—0,8	76,7	1,9	—2,5		
Добыча полезных ископающих	20,5	5,1	—0,1	16,5	3,9	0,1	23,8	3,9	0,1	30,8	3,8	—0,6		
Строительство	33,0	7,4	—1,8	41,8	3,7	—0,1	49,5	3,9	0,1	77,1	3,3	—1,1		
Промышленность	29,4	4,7	—0,5	32,9	3,6	—0,2	103,7	2,8	—1,0	134,0	3,6	—0,8		
Текстильная	17,9	6,1	0,9	17,2	4,9	1,1	55,2	4,8	1,0	65,5	4,6	0,2		
Лесная	9,4	4,9	—0,3	6,2	2,4	—1,4	19,1	4,0	0,2	32,5	4,6	0,2		
Думажная	10,8	5,2	0,0	10,1	4,2	0,4	25,0	4,2	0,4	31,2	4,0	—0,4		
Полиграфическая	12,4	5,05	—0,1	13,9	3,7	—0,1	23,9	4,1	0,3	32,3	4,3	—0,1		
Химическая	42,1	5,4	0,2	35,0	4,9	1,1	86,7	4,6	0,8	115,5	4,4	—0,3		
Кооперативно-обученная	2,2	4,1	—0,9	2,9	3,9	0,1	16,0	3,3	—0,5	8,0	5,2	0,8		
Строительных материалов	8,6	5,75	0,6	8,6	3,9	0,1	16,6	4,4	0,3	20,4	3,5	—0,9		
Металлургия	19,1	5,4	—0,1	19,1	3,2	—0,7	55,4	3,0	—0,8	65,8	3,4	—1,0		
Машиностроение, кроме транспортного	61,9	6,0	0,8	49,5	3,4	—0,4	96,8	3,2	—0,6	144,3	5,2	0,8		
Транспортное машиностроение	48,7	6,25	1,1	31,5	3,3	—0,5	102,3	4,6	0,8	119,6	5,7	1,3		
Прочая обрабатывающая промышленность, включая оружие	29,5	5,75	0,6	34,7	4,5	0,7	63,9	4,25	0,5	91,6	3,7	—0,7		
Транспорт	41,9	4,0	—1,2	32,6	3,25	—0,5	47,2	3,2	—0,6	53,5	3,9	—0,5		
Связь	25,0	4,9	—0,3	17,9	4,4	0,6	20,5	4,2	0,4	32,9	4,2	—0,2		
Электроэнергия, газ	26,3	5,0	—0,2	29,0	4,1	0,3	36,2	4,1	0,3	56,8	4,5	0,1		
Торговля и услуги	393,4	5,75	0,6	370,4	3,9	0,4	514,0	3,9	0,4	703,6	4,6	0,2		
Итого по 22 отрасли	854,8	5,2		828,5	3,8		1450,5	3,8		1938,2	4,4			

Сравнительно небольшие величины $\Delta^2 GNP$ в 1966—1970 гг. соответствуют низким абсолютным темпам развития экономики США в 1967—1971 гг. Резкое уменьшение показателя в 1971 г. приблизительно совпадает по времени с реальным кризисом 1969—1971 гг. В дальнейшем обращает на себя внимание повышение темпов роста в 1973 г., более длительный спад (1976—1977 гг. и около 1982 г.).

Очевидно, что поскольку в данном эксперименте задавался ровный рост экзогенных величин, прогнозная циклическая динамика отражает колебательные закономерности, выявленные моделью в базовом периоде.

ГЛАВА IV

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГООТРАСЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

§ 1. МДМ США — 1969 и 1970

Остановимся на исследовании двух аспектов проблемы:

1) специфические свойства квадратичных функций по сравнению с линейными;

2) динамические свойства системы квадратичных уравнений.

Для формирования эндогенных компонентов конечного спроса применяются уравнения регрессии вида

$$x_1 = a + bx_2 + cx_2^2 + dx_3 + gx_3^2.$$

в модели МДМ США—1970 и вида

$$x_1 = a + bx_2 + cx_3$$

в модели МДМ США—1969.

В квадратичных уравнениях, используемых в первом случае, скорости изменения x_1 относительно x_2 и x_3 являются переменными величинами:

$$\frac{\partial x_1}{\partial x_2} = f(x_2); \quad \frac{\partial x_1}{\partial x_3} = f(x_3).$$

В линейных уравнениях, применяемых во втором случае, они постоянны:

$$\frac{\partial x_1}{\partial x_2} = \text{const}; \quad \frac{\partial x_1}{\partial x_3} = \text{const}.$$

Таблица 47

Частные производные компонентов конечного спроса по определяющим их факторам

Номер отрасли	Частные производные функций					
	1	2	3	1	2	3
<i>Капиталовложения в оборудование</i>						
<i>Прибыль</i>			<i>Капитал</i>			
23	-0,44	0,85	0,14	-0,047	-0,096	-0,100
24	2,01	3,96	0,11	0,341	-0,300	-0,032
25	-0,28	0,55	0,19	0,149	-0,095	-0,119
26	0,07	0,07	0,08	-0,230	0,127	-0,047
27	0,12	0,33	0,30	-0,035	0,151	0,045
28	0,20	1,05	0,23	0,050	-0,066	-0,015
29	0,18	0,47	0,24	-0,058	0,028	-0,020
30	0,31	0,31	0,24	-0,074	0,096	0,010
31	0,03	0,29	0,13	0,062	0,062	0,046
32	0,01	0,05	0,15	0,641	-0,418	0,180
34	0,74	2,83	0,42	0,183	-0,150	-0,039
35	-0,45	0,81	0,38	0,366	0,046	-0,031
36	-0,67	0,79	0,32	0,145	-0,087	-0,076
37	-0,15	0,15	0,06	0,115	0,115	-0,030
<i>Строительство</i>						
<i>Условно-чистая продукция</i>			<i>Капитал</i>			
39	+0,042	+0,083	+0,037	+0,027	-0,245	-0,057
40	+0,005	+0,249	+0,067	+0,160	-0,780	-0,077
<i>Личное потребление</i>						
<i>Личные доходы</i>			<i>Запасы или время</i>			
45	1 +0,036	2 +0,304	3 +0,149	1 +0,012	2 -0,594	3 -0,344
46	-0,036	+0,387	+0,111	+0,0420	-0,558	-0,093
47	+0,434	+0,275	+0,360	-	-	-
48	-0,181	+0,115	+0,269	+5,12	+5,12	+1,43

Примечание: 1 — квадратичная функция, минимум аргумента; 2 — та же функция, максимум аргумента; 3 — линейная функция.

В табл. 47 приведены частные производные функций по каждому аргументу. Для квадратичных уравнений указаны значения частных производных, соответствующие минимальной и максимальной величине аргумента в базовом периоде.

В большинстве случаев частные производные линейных функций либо умещаются в интервалах меняющихся значений частных производных соответствующих квадратичных функций, либо близки к ним по абсолютной величине. Исключения имеют место в уравнениях 24, 35, 37 и 48-й отраслей. В отраслях 25 и 37 наблюдается различие знаков при капитале: положительный в квадратичной и отрицательный в линейной функции. В 24-й отрасли явно нереалистическими являются частные производные по прибыли. В 48-й отрасли квадратичное уравнение существенно недооценивает влияние дина-

мики личных доходов и переоценивает влияние временного тренда по сравнению с линейным уравнением.

Частные производные по прибыли, условно-чистой продукции и личным доходам в линейных уравнениях всюду имеют положительный знак, а в квадратичных уравнениях, как правило,— положительное ускорение, что соответствует экономическому смыслу этой зависимости. Лишь в уравнении 47-й отрасли имеется отрицательное ускорение функции относительно аргумента, т. е. предельный коэффициент потребления товаров кратковременного пользования падает по мере роста доходов. Диапазон изменения производной по прибыли и доходу в большинстве случаев чрезмерно велик. В некоторых уравнениях наблюдается отрицательная зависимость от этого фактора в первой части рассматриваемого периода, что противоречит экономической реальности.

Производные по капиталу в линейных функциях, как уже отмечалось, в большинстве случаев отрицательны. В квадратичных функциях значительно чаще преобладает положительная связь (в семи инвестиционных уравнениях ускорение имеет плюсовый знак), часто знак производной меняется, диапазон ее изменения, как правило, чрезмерно велик.

Напомним, что квадратичные элементы были получены в уравнениях регрессии методом наименьших квадратов после того, как были отброшены все несущественные связи. Таким образом, для выборок, на основании которых оценивались параметры уравнений, квадратичная форма лучше объясняла связи, чем линейная. Очевидно, что это справедливо в отношении интерполяции значений функций внутри исходного периода. Однако при выходе за пределы базового периода производные квадратичных функций все более отклоняются от своих экономических значений, теряя связь с реальностью. В этих условиях постепенно производные линейных функций предпочтительнее, так как ведет к меньшим искажениям.

Общие свойства изучаемых функций нетрудно определить, используя геометрическую интерпретацию. Полученные квадратичные функции представляют собой трехмерные параболоиды четырех видов, а линейные функции — плоскости двух видов. Наиболее распространенным параболоидом является поверхность, образуемая одной восходящей и одной нисходящей параболой; наиболее распространенной плоскостью — поверхность, образуемая одной восходящей и одной нисходящей прямой. Как было отмечено выше, это экономически самые обоснованные варианты.

Рассмотрим свойства этих поверхностей на примере уравнений 23-й отрасли. Если построить графики линий уровня функции $I_{e23} = f(P_1, K_{e23})$ в ее квадратичном и линейном виде, то в обоих случаях наблюдается почти одинаковая линейная связь между изменением прибыли и изменением капитала: на каждую единицу прироста капитала приходится 0,44 прироста прибыли. Иначе говоря, норма прибыли имеет тенденцию к снижению.

В квадратичном варианте линии уровня I_e (вследствие малого значения производной капитала в окрестности реальных значений

переменных) близки к прямым линиям, имеющим небольшой наклон относительно прибыли. Так, линия $I_e=5$ близка к прямой $\operatorname{tg}\theta=0,14$. Наклон линий уровня уменьшается по мере возрастания функции. В линейном варианте линии уровня I_e , напротив, поднимаются под значительно большим углом ($\operatorname{tg}\theta=0,74$).

Сравнивая наклон линий роста прибыли относительно капитала с наклоном линий уровня, легко установить, что в квадратичном варианте первая растет значительно быстрее ($0,44-0,14=0,30$), а в линейном варианте — значительно медленнее вторых ($0,44-0,74=-0,30$). Это означает, что в линейном варианте при значительном возрастании абсолютных значений прибыли и капитала (т. е. при экстраполяции в будущее) значение I_e стремится к нулю, а в квадратичном варианте растет намного быстрее прибыли.

Если рассмотреть графики функций I_{e27} , то в квадратичном варианте это параболоид, образуемый двумя восходящими параболами, а в линейном варианте — плоскость, образуемая двумя восходящими прямыми. Линии уровня функции I_{e27} , направлены совсем иначе, чем I_{e23} . Тем не менее в квадратичном варианте подъем значительно круче, чем в линейном варианте, вследствие чего различие прогнозных свойств совпадает с поведением ранее рассмотренного уравнения. Это означает, что *на практике линейные варианты функций будут систематически занижать прогнозы инвестиций, а квадратичные функции систематически их завышать*. Мы не имеем возможности исследовать общие свойства всех рассмотренных уравнений. Однако из прогнозных расчетов по модели МДМ США—1970 видно, что они имеют взрывной характер, поэтому нам представляется, что сделанный вывод имеет широкое значение.

В последующих вариантах МДМ США применялись также полные логарифмические или экспоненциальные функции. При малых приращениях эти функции обладают тем свойством, что их коэффициенты регрессии совпадают с эластичностью факторов, т. е. при изменении аргумента на 1% значение функции меняется на $a\%$, где a — коэффициент регрессии. Следовательно, при постепенном возрастании абсолютных значений переменных между ними сохраняются постоянные скорости относительного изменения. Это свойство логарифмических функций делает их более приемлемым инструментом измерения связей внутри растущей экономики. Однако как решение смешанных линейно-логарифмических систем, так и теоретический анализ их динамических свойств затруднены.

Рассмотрим динамические свойства систем линейных и квадратичных уравнений. В общем виде модель МДМ США—1969 является системой линейных конечно-разностных уравнений высокого порядка:

$$x_{i,t} - \sum_{\tau=1}^k a_{i,\tau} x_{i,t-\tau} = \sum_{\tau=0}^m \beta_{i,\tau} Ex_{t-\tau}, \quad (\text{IV.1})$$

где x_i — валовая продукция i -й отрасли;

Ex — экзогенная переменная;

t — текущий год;

τ — величина временного лага.

Динамические свойства данной системы определяются суммарным влиянием экзогенных переменных и внутренними динамическими свойствами системы, вытекающими из однородных уравнений

$$x_i - \sum_{\tau=1}^k a_{i,\tau} x_{i,t-\tau} = 0 \quad (\text{IV.2})$$

и соответствующих им характеристических уравнений

$$\lambda_i^\tau + \sum_{\tau=1}^k a_{i,\tau} \lambda^{\tau-1} = 0. \quad (\text{IV.3})$$

При наличии в характеристических уравнениях комплексно-сопряженных пар корней система имеет внутренние гармонические колебания¹. Исследование свойств таких систем сделано ниже, на примере линейных вариантов МДМ США—1971 и 1972.

Модель МДМ США—1970 является системой конечно-разностных уравнений, в которых наряду с линейными присутствуют и нелинейные компоненты:

$$x_{i,t} - \sum_{\tau=1}^k a_{i,\tau} x_{i,t-\tau} - \sum_{\tau=1}^k \beta_{i,\tau} x_{i,t-\tau}^2 = \sum_{\tau=0}^m \gamma_{i,\tau} E x_{t-\tau} + \sum_{\tau=0}^m S_{i,\tau} E x_{t-\tau}^2. \quad (\text{IV.4})$$

Допустим, что правая часть уравнения (IV.4) равна некоторой постоянной. Тогда состояние покоя системы будет определяться уравнением

$$x_i^2 - \frac{1 - \sum_{\tau=1}^k a_{i,\tau}}{\sum_{\tau=1}^k \beta_{i,\tau}} x_i + \frac{c}{\sum_{\tau=1}^k \beta_{i,\tau}} = 0. \quad (\text{IV.5})$$

Корни этого уравнения могут быть действительными и комплексно-сопряженными числами. Таким образом, в отличие от линейной конечно-разностной системы рассматриваемые однородные уравнения могут не иметь решений в сфере действительных чисел.

Частичная редукция² однопродуктового варианта модели с квадратичными функциями дает однородное уравнение

$$x_t + A_1 x_{t-1} + A_2 x_{t-2} + A_3 x_{t-1}^2 + A_4 x_{t-2}^2 = c, \quad (\text{IV.6})$$

¹ Этот вопрос подробно рассмотрен Б. Леонтьевым в применении к системе линейных дифференциальных уравнений (см. Леонтьев В. Исследования структуры американской экономики).

² При сохранении капитала в уравнении инвестиций, но при исключении его из уравнений потребительских товаров длительного пользования. Эти упрощения необходимы для получения простого редукционного уравнения. Имитационное уравнение в этом варианте имеет линейную форму

где A_i , $i=1, 2, \dots, 4$, — комбинации коэффициентов регрессии. Подставляя фактические значения коэффициентов, получаем:

$$x_t - 0,567x_{t-1} + 0,861x_{t-2} - 0,00686x_{t-1}^2 + 0,00691x_{t-2}^2 = c. \quad (\text{IV.7})$$

Уровень покоя этого уравнения определяется корнями уравнения

$$x^2 + 25900x - 2c \cdot 10^4 = 0. \quad (\text{IV.8})$$

Знак при свободном члене отрицателен, следовательно уравнение имеет действительные решения для любой положительной величины c .

Поскольку в исследуемой реальной сфере отношение x_t/x_{t-1} мало отличается от единицы, а сумма A_3 и A_4 близка к нулю, то для выявления динамических свойств однопродуктовой модели можно отвлечься от квадратичных компонентов уравнения (IV.7):

$$x - 0,567x_{t-1} + 0,861x_{t-2} = 0. \quad (\text{IV.9})$$

Корни соответствующего характеристического уравнения являются комплексно-сопряженными:

$$\lambda_{1,2} = 0,284 \pm 0,884i.$$

Система, описанная однопродуктовой моделью, имеет внутренние колебания вокруг равновесного уровня с периодичностью около 6,3 года и с коэффициентом затухания 0,939³.

Динамические свойства однопродуктовой модели в ее полном виде исследовались на числовом примере. Были заданы экзогенные величины 1949 г., которые (включая время) оставались неизменными на протяжении 42 шагов. При этом валовой национальный продукт, начав движение с 347,98 млрд. долл. на первом шаге, достиг максимального значения 350,55 млрд. долл. на седьмом шаге, а затем до конца оставался практически неизменным с почти незаметной тенденцией к сокращению — до 350,09 млрд. долл.

Инвестиции фактически не менялись на протяжении всего периода расчета (60,6—59,92 млрд. долл.), а личное потребление повторяло динамику валового национального продукта. Запас капитала возрастал непрерывно затухающими темпами с 567,1 до 623,8 млрд. долл. Выход на равновесные уровни происходил равномерно затухающими темпами, не обнаруживая видимых колебаний.

Таким образом, числовой пример дает результаты, отличающиеся от выводов из упрощенного редукционного уравнения однопродуктовой модели. По-видимому, в более сложном полном варианте редукционного уравнения колебательный компонент сильно заглушен. Вместе с тем числовой пример подтвердил предположение о наличии в данной системе равновесного решения.

³ $\lg \Theta = 1,56$: $\Theta = 0,316$; период колебания $n = 2\pi/0,316 = 6,3$; коэффициент затухания $r = \sqrt{0,861}$.

В межотраслевой модели установить хотя бы приблизительно коэффициенты уравнений (IV.6) и (IV.8) не представляется возможным. Для анализа ее динамических свойств мы были вынуждены целиком полагаться на числовые примеры. Рассчитывались два варианта. Все экзогенные переменные были закреплены в их начальных значениях: в первом случае на уровне 1949 г. и во втором — на уровне 1965 г. Оба варианта дали взрывные решения, вследствие чего счет был остановлен соответственно на 45-м и 15-м шагах.

Поведение переменных в первом варианте имеет три различных четко выраженных периода:

- а) 1949—1965 гг., т. е. период имитации;
- б) 1966—1982 гг. (шаги 17—33);
- в) 1983 г. и позже (после шага 33).

В имитационном периоде динамика валового национального продукта, закупок оборудования и личного потребления четко воспроизводит реальный послевоенный экономический цикл, в частности точки максимального подъема в 1951, 1957 гг. и максимального спада в 1953—1954 и 1960—1961 гг. Эти же свойства наблюдаются и в первые 5 лет после завершения имитационного периода: пик 1966 г. и спад 1970 г. Во втором периоде колебательная динамика характеризуется отчетливо выраженным монотонно затухающим темпом.

В третьем периоде происходит взрыв, окончания которого установить не удалось.

Ведущей кривой является динамика инвестиций, личное потребление отстает от динамики валового национального продукта. Инвестиции в целом повторяют динамику прибыли. Они же являются источником конечного взрыва. Непосредственной причиной выступает систематическое изменение соотношения между прибылью и капиталом в пользу прибыли. Так как норма прибыли в этом случае имеет тенденцию к росту, стабильность в квадратичных функциях нарушается и происходит взрыв.

В решении нет регулярных колебаний. Первый цикл охватывает шесть, второй — девять лет.

Рассмотрим второй числовой пример, в котором зафиксированы экзогенные 1965 г. Этот вариант целиком выходит за пределы имитационного периода и показывает резкое замедление темпов роста валового национального продукта, инвестиций и личного потребления до 1% в 1971 г., после чего начинается взрывной рост. Ведущую роль опять-таки играют закупки оборудования, тогда как личное потребление запаздывает. Капиталовложения в строительство, как и в первом примере, почти не меняются. Спад темпов в конце 60-х — начале 70-х годов отражает реальную обстановку, сложившуюся в это время в американской экономике.

В целом можно сделать вывод, что при всех недостатках квадратичных уравнений, в том числе большой неустойчивости их при экстраполяции, многоотраслевые системы с такими уравнениями хорошо воспроизводят циклические колебания в реальной экономике и обладают удовлетворительными прогнозными свойствами на срок до 5—6 лет.

§ 2. МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ВЕЛИЧИН

Исследование мультипликаторов проводилось на двух вариантах межотраслевой модели. Для МДМ США — 1969 исследовались импульсные мультипликаторы, для МДМ США — 1970 — динамические.

Особенностью МДМ США — 1970 является отсутствие импульсной мультипликации экзогенного копечного спроса на эндогенные переменные того же периода. Это вытекает из структуры регрессионных уравнений, формирующих эндогенный конечный спрос: в них имеются лишь лаговые независимые факторы. Поэтому действие возмущений экзогенного спроса развертывается в модели постепенно, определяя ее сравнительно небольшую реактивность к колебаниям конъюнктуры и значительную устойчивость при движении по траектории в рамках базового периода и в течение нескольких шагов за его пределами.

Динамические мультипликаторы МДМ США — 1970 рассчитаны для военных закупок правительства. Были сделаны два расчета. В первом случае военные закупки увеличены на 5 млрд. долл. против их фактического значения в базовой имитации (1950—1965 гг.). Во втором аналогично увеличение сделано по сравнению с вариантом, в котором все экзогенные фиксированы на уровне 1965 г. Разность значений эндогенных переменных в рассчитанном и исходном варианте, относенная к величине возмущения, и показывает эффект мультипликации военных закупок.

Мультипликаторы, полученные для 1950—1965 гг., монотонно возрастают с небольшими колебаниями на протяжении всего периода и достигают максимальных значений к его концу: 2,45 для валового национального продукта, 1,27 для личного потребления и 0,29 для закупок оборудования. Динамика мультипликации резко отличается от обычного поведения мультипликаторов в линейных моделях: отсутствуют характерные для последних затухающие гармонические колебания, практически отсутствует выход рассмотренных мультипликаторов в область минусовых величин⁴.

Мультипликаторы 1965—1977 гг. имеют ярко выраженный взрывной характер. Мультипликатор валового национального продукта достигает 2,52 уже на третьем шаге, 3,95 — на седьмом шаге, после чего полностью теряет связь с реальностью. Наиболее динамично ведет себя мультипликатор инвестиций. Достигая сразу же больших значений, он растет медленно до шестого шага, а затем взрывает систему. Мультипликатор личного потребления поначалу растет крайне медленно, но затем подчиняется общему движению, павизанному инвестициями.

Мультипликаторы прогнозного периода значительно больше мультипликаторов базового периода, что определяется особенностью квадратичных уравнений. Тем не менее есть нечто общее в их динамике, а именно: оба имеют приблизительно одинаковую картину

⁴ См. раздел II.

колебания величин своего изменения. Первые разности мультипликаторов валового национального продукта в обоих случаях достигают минимума на пятом и шестом шагах, а мультипликаторов личного потребления — на шестом и седьмом шагах. Динамика мультипликаторов инвестиций не обнаруживает такого сходства.

Если ограничить анализ воздействия возмущений экзогенного спроса короткими временными отрезками (до двух-трех лет), то представляется, что наилучшие результаты могут быть достигнуты в серединной части базового периода, так как мультипликаторы чрезмерно малы в начале и чрезмерно велики в конце. В целом же МДМ США—1970, по-видимому, не очень пригодна для анализа краткосрочного воздействия мероприятий правительства на экономику.

Анализ импульсных мультипликаторов проводился для модели МДМ США—1969, так как в уравнениях регрессии этой модели, формирующих компоненты эндогенного спроса, имеются независимые факторы текущего периода. Поскольку производные инвестиций и личного потребления по видам текущего дохода являются постоянными величинами, а коэффициенты прямых затрат распределения конечного спроса по отраслям и отдельные затраты на рабочую силу от года к году меняются мало, то можно предполагать, что импульсные мультипликаторы отличаются большой стабильностью во времени.

Все наши расчеты были сделаны для 1965 г. Суть расчетов заключалась в последовательном получении следующего ряда матриц их анализа:

$A = [a_{ij}]$ — матрица коэффициентов прямых затрат.

$$C = E - A + H = \delta_{ij} (1 + h_i) - a_{ij},$$

где h_i — коэффициенты конкурирующего импорта;

$$\delta_{ji} = 0 \text{ или } 1.$$

Матрица C незначительно отличается от матрицы $(E - A)$, и ее можно условно рассматривать как матрицу Леонтьева (табл. 48).

$C^{-1} = (E - A + H)^{-1}$ — матрица коэффициентов полных затрат (табл. 49). Суммы элементов матрицы по колонкам показывают, на сколько изменится сумма валовой продукции всех отраслей, если конечный спрос на продукцию отрасли, представленной данной колонкой, увеличится на единицу. Свойства и экономическое содержание коэффициентов полных затрат широко исследованы в литературе.

$$D = E - A + H - B - \tilde{C} - F,$$

где B — матрица зависимости закупок оборудования от валовой продукции;

\tilde{C}, F — такие же матрицы применительно к капиталовложениям в строительство и личному потреблению. Матрицы B, \tilde{C}, F рассчитываются на базе исходных матриц коэффициентов распределения

Tatjana 43

Матрица ($E - A + H$), лейтъвскал матрица {965 г.}

Таблица 43

Матрица $C^{-1} = (E - \lambda - H)^{-1}$, коэффициенты полинома затухания 1965 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	-	15	16	17	18	19	20	21	22	
Blown-up																								
1	4.3990	0.0032	0.0025	0.0074	0.4820	0.1440	0.1751	0.0187	0.0073	0.0116	0.001	0.0074	0.0046	0.0073	0.0070	0.0063	0.0049	0.0027	0.0024	0.0072	0.000	0.4838	0.000	
2	0.0144	0.9178	0.0114	0.0181	0.0104	0.0342	0.0223	0.0290	0.0098	0.2072	0.0001	0.0733	0.0953	0.0227	0.0207	0.0292	0.0103	0.0021	0.0027	0.0052	0.000	0.0457	0.000	
3	0.0085	0.0040	1.0010	0.0047	0.0085	0.0062	0.0088	0.0075	0.0048	0.0065	0.000	0.0063	0.0097	0.0055	0.0073	0.0054	0.0106	0.0142	0.0171	0.0179	0.000	0.0494	0.000	
4	0.0000	0.0000	0.0000	1.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.000	0.0005	0.000	
5	0.0844	0.0034	0.0014	0.0086	1.4720	0.0175	0.0185	0.0150	0.0078	0.032	0.002	0.0968	0.0053	0.0015	0.0057	0.0064	0.0003	0.0032	0.0029	0.0077	0.000	0.2383	0.000	
6	0.0050	0.0015	0.0014	0.0040	0.0050	0.0050	0.0302	0.0104	0.0044	0.0243	0.0002	0.0068	0.0044	0.0044	0.0037	0.0181	0.0055	0.0030	0.0011	0.0003	0.0039	0.000	0.0043	0.000
7	0.0035	0.0025	0.0007	0.0032	0.0056	0.0020	1.196	0.0711	0.0155	0.0043	0.000	0.0453	0.0032	0.0032	0.0079	0.0078	0.0017	0.0006	0.0006	0.0006	0.000	0.0055	0.000	
8	0.0092	0.0071	0.0037	0.0120	0.0384	0.0358	0.0375	1.313	0.2456	0.0432	0.0002	0.0756	0.0151	0.0197	0.0168	0.0201	0.0073	0.0050	0.0003	0.0169	0.000	0.0638	0.000	
9	0.0074	0.0068	0.0023	0.0077	0.0058	0.0102	0.0115	0.0103	1.139	0.0106	0.0000	0.0004	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0081	0.0080	0.000	0.0236	0.000	0.0812	0.000	
10	0.0653	0.0287	0.0287	0.0434	0.0433	0.0512	0.1863	0.0956	0.1085	0.0428	1.232	0.0005	0.0900	0.0225	0.525	0.0836	0.0542	0.0486	0.0147	0.0057	0.0147	0.000	0.0466	0.000
11	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0024	0.0007	0.0001	0.0001	1.2400	0.0000	0.0001	0.0004	0.0004	0.0005	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0022	0.000
12	0.0288	0.0203	0.0288	0.0052	0.0170	0.0059	0.0177	0.0037	0.0012	0.0089	0.0076	1.097	0.0199	0.0149	0.0269	0.0119	0.0019	0.0007	0.0018	0.0020	0.000	0.0066	0.000	
13	0.0074	0.0355	0.0289	0.1439	0.0163	0.0150	0.0837	0.0160	0.0068	0.0276	0.0101	0.0193	1.378	0.1977	0.2325	0.3051	0.0152	0.0093	0.0070	0.0061	0.000	0.0185	0.000	
14	0.0117	0.0533	0.2944	0.1000	0.0100	0.0124	0.0154	0.0148	0.0069	0.0221	0.0075	0.0468	0.0549	1.189	0.1111	0.0936	0.0160	0.0181	0.0068	0.0036	0.000	0.0183	0.000	
15	0.0055	0.0045	0.0007	0.1592	0.0043	0.0031	0.0048	0.0031	0.0017	0.0037	0.0023	0.0035	0.0038	0.0023	1.319	0.0022	0.0327	0.0146	0.0008	0.0094	0.000	0.0118	0.000	
16	0.0001	0.0103	0.0103	0.0170	0.0317	0.0303	0.0314	0.0461	0.0223	0.0226	0.0202	0.0225	0.0450	0.0476	0.0140	1.032	0.0093	0.0032	0.0126	0.0090	0.000	0.0346	0.000	
17	0.0289	0.0165	0.0147	0.0025	0.0660	0.0504	0.0698	0.0692	0.0355	0.0640	0.0409	0.0843	0.0843	0.0373	0.0596	0.0420	1.057	0.0097	0.0050	0.0152	0.000	0.2832	0.000	
18	0.0077	0.0042	0.0200	0.0076	0.0087	0.0168	0.0144	0.0088	0.0102	0.0094	0.0091	0.0103	0.0087	0.0102	0.0085	0.0123	1.013	0.0052	0.0175	0.000	0.0095	0.000		
19	0.0124	0.0160	0.0045	0.0267	0.0167	0.0250	0.0241	0.0229	0.0158	0.0230	0.0161	0.0500	0.0504	0.0181	0.0228	0.0245	0.0105	0.0086	1.039	0.0197	0.000	0.0419	0.000	
20	0.2206	0.2002	0.0531	0.1547	0.2009	0.2175	0.2096	0.1694	0.1207	0.2096	0.0006	0.1562	0.1727	0.1656	0.1746	0.1581	0.1826	0.0176	0.0608	1.214	0.000	0.2872	0.000	
21	0.0106	0.0011	0.0008	0.0392	0.0314	0.0468	0.0362	0.0020	0.0017	0.0113	0.0000	0.0541	0.0635	0.0032	0.0029	0.0186	0.0186	0.0006	0.0025	1.000	0.0314	0.000	0.2003	0.000
22	0.0083	0.0125	0.0038	0.0160	0.0202	0.0198	0.0181	0.0231	0.0000	0.0215	0.0000	0.0194	0.0160	0.0281	0.0194	0.0246	0.0143	0.0129	0.0145	0.0276	0.000	1.000	0.000	
Blowup	1.8613	1.3281	1.2378	1.7826	2.2178	2.3526	2.0759	1.9455	1.7007	2.0136	1.3557	4.7653	2.0450	1.8547	2.2613	1.8166	1.4923	1.2229	1.2790	1.4450	1.000	2.4340	0.000	

теплоблоки и блоки изоляции. Технология производства теплоизоляционных блоков

Hours	Held																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0.7656	-0.0038	-0.0037	-0.0025	-0.3148	-0.0048	-0.0026	-0.0024	-0.0034	-0.0015	-0.0015	-0.0023	-0.0015	-0.0035	-0.0034	-0.0037	-0.0034	-0.0033	-0.0033	-0.0033	-0.0033	
2	-0.0018	1.098	-0.0026	-0.0023	-0.0008	-0.0004	-0.0078	-0.0003	-0.1781	-0.0009	-0.0543	-0.0649	-0.0006	-0.0004	-0.0007	-0.0003	-0.0028	-0.0005	-0.0005	-0.0003	-0.0028	
3	-0.0032	-0.0004	0.9988	-0.0053	-0.0048	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0003	-0.0004	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0039	-0.0039	-0.0035	-0.0123	-0.012	-0.0148	-0.0229	0.000	
4	-0.0003	-0.0004	-0.0004	-0.0004	-0.0004	-0.0004	-0.0002	-0.0002	-0.0003	-0.0004	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0003	-0.0003	-0.0006	-0.0005	-0.0005	-0.0005	-0.0006	-0.0007	
5	-0.0783	-0.014	-0.0508	-0.0241	-0.861	-0.0187	-0.0227	-0.0207	-0.0359	-0.0258	-0.0780	-0.0194	-0.0239	-0.0206	-0.0315	-0.0425	-0.0483	-0.0449	-0.0408	-0.0480	-0.212	-0.0032
6	-0.0058	-0.0134	-0.0164	-0.0111	-0.0068	-0.453	-0.3216	-0.0108	-0.0123	-0.0189	-0.0189	-0.0369	-0.0072	-0.0377	-0.0161	-0.0141	-0.0160	-0.0155	-0.0160	-0.0149	-0.0154	-0.0032
7	-0.0016	-0.0086	-0.0180	-0.0070	-0.0029	-0.0042	-0.854	-0.0354	-0.0146	-0.0146	-0.0050	-0.0116	-0.0081	-0.0102	-0.0083	-0.0102	-0.0093	-0.0126	-0.0085	-0.0126	-0.0026	
8	-0.0011	-0.0023	-0.0023	-0.0035	-0.1291	-0.0174	-0.768	-0.164	-0.0227	-0.0214	-0.0342	-0.0163	-0.0545	-0.0116	-0.0018	-0.0012	-0.0012	-0.0012	-0.0058	-0.0008	-0.0271	
9	-0.0016	-0.0023	-0.0023	-0.0029	-0.0028	-0.0021	-0.0038	-0.0004	-0.383	-0.0030	-0.0356	-0.0035	-0.0027	-0.0023	-0.0017	-0.0023	-0.0029	-0.0029	-0.0028	-0.0028	-0.0033	
10	-0.0465	-0.0228	-0.0447	-0.029	-0.0168	-0.0946	-0.0168	-0.0167	-0.023	-0.0047	-0.0933	-0.034	-0.023	-0.0340	-0.0424	-0.0134	-0.0134	-0.0183	-0.0183	-0.0121	-0.0102	
11	-0.0014	-0.0020	-0.0027	-0.0018	-0.0021	-0.0013	-0.0014	-0.0014	-0.0013	-0.0013	-0.0225	-0.0011	-0.0015	-0.0015	-0.0025	-0.0025	-0.0024	-0.0024	-0.0024	-0.0024	-0.0012	
12	-0.0006	-0.0010	-0.0111	-0.0020	-0.0131	-0.002	-0.0128	-0.0028	-0.0024	-0.0024	-0.0112	-0.0113	-0.0065	-0.0112	-0.0121	-0.0071	-0.0065	-0.0013	-0.0013	-0.0057	-0.0004	
13	-0.0004	-0.0119	-0.0152	-0.0011	-0.0024	-0.0009	-0.0235	-0.0019	-0.0024	-0.0001	-0.0013	-0.0004	-0.0117	-0.0137	-0.0145	-0.0036	-0.0036	-0.0000	-0.0017	-0.0004	-0.0003	
14	-0.0439	-0.0806	-0.0346	-0.0142	-0.0226	-0.0222	-0.0198	-0.0177	-0.0362	-0.0179	-0.0192	-0.0243	-0.0189	-0.0851	-0.0457	-0.0263	-0.0101	-0.0116	-0.0116	-0.0116	-0.0176	
15	-0.0499	-0.0551	-0.0709	-0.0140	-0.0272	-0.0219	-0.0240	-0.0235	-0.0290	-0.0240	-0.0239	-0.0256	-0.0388	-0.0232	-0.0856	-0.0594	-0.0139	-0.0387	-0.0186	-0.0186	-0.0217	
16	-0.0659	-0.0140	-0.0225	-0.0162	-0.0304	-0.0292	-0.0301	-0.0290	-0.0095	-0.0282	-0.0183	-0.0188	-0.0327	-0.0387	-0.0738	-0.075	-0.0118	-0.0077	-0.494	-0.0366	-0.0249	
17	-0.0109	-0.0175	-0.0133	-0.0432	-0.0231	-0.0439	-0.044	-0.0199	-0.0483	-0.0248	-0.0099	-0.0248	-0.0225	-0.0183	-0.0297	-0.936	-0.0129	-0.0129	-0.0154	-0.0108	-0.0249	
18	-0.0057	-0.0064	-0.0067	-0.0074	-0.0049	-0.0057	-0.0076	-0.0064	-0.0104	-0.0062	-0.0084	-0.0069	-0.0053	-0.0053	-0.0053	-0.0074	-0.015	-0.0069	-0.0157	-0.0024	-0.0024	
19	-0.0014	-0.0107	-0.0288	-0.0140	-0.0122	-0.0129	-0.0129	-0.0129	-0.0249	-0.0129	-0.0139	-0.0045	-0.0247	-0.0124	-0.0141	-0.0142	-0.0174	-0.0174	-0.0174	-0.0174	-0.0174	
20	-0.0253	-0.263	-0.2054	-0.0247	-0.164	-0.1704	-0.1704	-0.1704	-0.2045	-0.1739	-0.1739	-0.1739	-0.2045	-0.2435	-0.2435	-0.2435	-0.2435	-0.2435	-0.2435	-0.2435	-0.2435	
21	-0.0097	-0.0067	-0.0089	-0.0164	-0.0174	-0.0164	-0.0164	-0.0164	-0.0168	-0.0168	-0.0072	-0.0064	-0.0042	-0.0042	-0.0042	-0.0042	-0.0042	-0.0042	-0.0042	-0.0042	-0.0042	
22	-0.0015	-0.0079	-0.0255	-0.0024	-0.0078	-0.0079	-0.0079	-0.0079	-0.0093	-0.0093	-0.0088	-0.0116	-0.0111	-0.0106	-0.0112	-0.0113	-0.0069	-0.0069	-0.0069	-0.0069	-0.0069	

Матрица D^{-1} , эмульгаторы на основе пропионата

Номер строки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1,4710	0,1235	0,437	0,1466	0,6193	0,2775	0,3055	0,136	0,147	0,1497	0,156	0,4524	0,1329	0,1446	0,1408	0,1377	0,1444	0,1467	0,147	0,1479	0,1055	0,2048
2	0,0620	0,9614	0,0373	0,0685	0,0665	0,0617	0,0679	0,0794	0,0560	0,258	0,0664	0,1272	0,1406	0,0709	0,0803	0,0747	0,059	0,0526	0,1115	0,069	0,0332	0,0566
3	0,0680	0,058	1,057	0,0709	0,0731	0,0703	0,0687	0,0739	0,0709	0,0720	0,0953	0,0718	0,0698	0,0695	0,0745	0,0616	0,080	0,0745	0,079	0,1103	0,042	0,1007
4	0,0040	0,0036	0,0039	1,014	0,0044	0,0039	0,0038	0,0040	0,0040	0,0041	0,0037	0,0041	0,0039	0,0044	0,0091	0,0038	0,004	0,0042	0,0042	0,005	0,0030	0,0041
5	0,2040	0,207	0,226	0,244	1,400	0,239	0,234	0,243	0,238	0,242	0,285	0,249	0,218	0,256	0,238	0,225	0,258	0,243	0,244	0,258	0,177	0,439
6	0,1068	0,0955	0,1047	0,1106	0,1106	0,1106	0,1106	0,1106	0,1106	0,1296	0,1156	0,1038	0,1302	0,1204	0,1028	0,1092	0,1253	0,106	0,1110	0,1141	0,084	0,0975
7	0,0865	0,0733	0,0827	0,0866	0,0822	1,271	1,153	0,0924	0,0864	0,0839	0,0839	0,0839	0,0889	0,0889	0,0889	0,0889	0,0889	0,0889	0,0883	0,1169	0,0568	0,0567
8	0,0634	0,0565	0,0587	0,0690	0,0946	0,0946	0,0902	1,370	0,3034	0,3034	0,0872	0,1404	0,0674	0,0754	0,0762	0,0818	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,1117
9	0,0633	0,0580	0,0582	0,0657	0,0877	0,0662	0,0656	0,0682	1,497	0,6988	0,0625	0,0691	0,0625	0,0655	0,0666	0,0666	0,0666	0,0666	0,0666	0,0666	0,0636	0,1303
10	0,2264	0,1746	0,1986	0,2143	0,2481	0,3473	0,2507	0,2757	0,2066	1,419	0,2676	0,2833	0,2158	0,2166	0,254	0,209	0,2125	0,177	0,1791	0,121	0,182	0,182
11	0,0173	0,0156	0,0190	0,0184	0,0211	0,0196	0,0206	0,0183	0,0176	0,0194	0,0992	0,0255	0,0204	0,0205	0,0204	0,0204	0,0204	0,019	0,018	0,018	0,0125	0,018
12	0,0348	0,0314	0,0426	0,0412	0,0514	0,0373	0,0497	0,0383	0,0354	0,0432	0,0375	1,433	0,0511	0,0483	0,0561	0,0434	0,0334	0,0334	0,0334	0,0334	0,0334	0,0356
13	0,1944	0,2002	0,1986	0,3159	0,2094	0,1983	0,237	0,210	0,187	0,219	0,175	0,206	1,549	0,3869	0,422	0,475	0,198	0,204	0,221	0,269	0,1227	0,1808
14	0,3786	0,3655	0,3226	0,3865	0,3656	0,3555	0,4108	0,3394	0,3394	0,3097	0,3637	0,3748	1,538	0,471	0,365	0,346	0,429	0,465	0,465	0,465	0,465	0,326
15	0,3167	0,4558	0,482	0,4532	0,5217	0,4936	0,4794	0,5022	0,4922	0,5111	0,4574	0,4677	0,4973	1,584	0,4716	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,459	
16	0,1660	0,154	0,1659	0,1919	0,2068	0,1917	0,1987	0,1987	0,1987	0,1987	0,1998	0,1939	0,1899	0,1962	0,2078	0,271	0,171	0,1654	0,214	0,214	0,1779	
17	0,1335	0,1124	0,1174	0,1335	0,1748	0,1538	0,1693	0,1769	0,1383	0,1717	0,1533	0,1945	0,1866	0,1411	0,1595	0,1412	1,174	0,1194	0,124	0,1533	0,0844	
18	0,0555	0,0508	0,0526	0,0603	0,0814	0,0814	0,0607	0,0815	0,0626	0,0619	0,0554	0,0629	0,0590	0,0625	0,0581	0,0657	1,109	0,061	0,061	0,0638	0,0636	
19	0,0994	0,0957	0,0913	0,1169	0,1121	0,1054	0,1232	0,1024	0,1234	0,1232	0,134	0,1084	0,114	0,1077	0,1069	0,102	1,155	0,134	0,067	0,1194	0,1194	
20	1,5790	1,445	1,417	1,532	1,4576	1,523	1,577	1,524	1,62	1,427	1,592	1,473	1,563	1,598	1,481	1,592	1,55	1,559	2,97	1,05	1,48	1,48
21	0,0555	0,0408	0,0447	0,0473	0,0759	0,0540	0,0461	0,0475	0,0466	0,0559	0,0454	0,0467	0,0451	0,0479	0,0484	0,0478	0,0484	0,0479	0,0537	1,03	0,096	0,096
22	0,0645	0,0635	0,0585	0,0910	0,0736	0,0762	0,0742	0,0766	0,0804	0,0797	0,0879	0,0802	0,0692	0,077	0,0754	0,077	0,0754	0,077	0,0744	0,102	0,042	1,051
Итого	5,7209	4,8440	4,9894	5,7842	6,2403	5,7890	5,9723	5,6171	6,0257	5,1519	5,3863	5,7110	5,7895	6,0257	5,4401	5,3819	5,3057	5,4401	5,3819	5,5094	6,6475	5,6118

компонентов конечного спроса по отраслям и коэффициентов регрессии от текущих факторов соответствующих уравнений.

Матрица D является матрицей коэффициентов системы линейных уравнений модели МДМ США—1969, по которой, задавая экзогенные компоненты конечного спроса и лаговые переменные, можно получать все эндогенные переменные модели, включая инвестиции и личное потребление.

Интересно сравнить матрицы C и D (табл. 50). Первая из них характеризует коэффициенты левой части системы уравнений статического, а вторая — динамического межотраслевого баланса. Можно отметить следующие очевидные различия матриц:

1) матрица C содержит 35% нулевых элементов, а в матрице D их только два;

2) практически все элементы матрицы D , не находящиеся на главной диагонали, являются отрицательными, в матрице C лишь две трети таких элементов;

3) в 96% случаев коэффициенты матрицы D меньше, чем соответствующие коэффициенты в матрице C ; в 3% случаев они совпадают, и лишь в 1% они больше, чем в C ;

4) наиболее существенные изменения коэффициентов сосредоточены в нескольких поставляющих отраслях, а именно: в 5-й (пищевая), 6-й (текстильная), 10-й (химическая), 14-й (общее машиностроение), 15-й (транспортное машиностроение), 20-й (торговля и услуги). Эти отрасли в наибольшей мере испытывают на себе обратные связи, возникающие вследствие мультипликативного изменения спроса на инвестиции и личное потребление.

Можно предполагать, что определитель матрицы D меньше, чем определитель обычной леонтьевской матрицы. Вообще говоря, с уменьшением коэффициентов леонтьевской матрицы ее определитель должен приближаться к нулю, а затем становиться отрицательным по мере того, как уменьшаются модули положительных значений элементов главной диагонали и абсолютно увеличиваются модули прочих (отрицательных) элементов матрицы. Матрица вырождается, если достигается приблизительное равенство модулей положительных и отрицательных элементов. Как видно, матрица D далека от такого состояния.

$D^{-1} = (E - A + H - B - \tilde{C} - F)^{-1}$. Матрица D^{-1} характеризует коэффициенты полных затрат с учетом не только текущих материальных затрат, но также затрат основного капитала и потребительских товаров, необходимых для товарного покрытия изменившегося фонда заработной платы (табл. 51). Итоги по столбцам показывают, на сколько изменится сумма валовых выпусков всех отраслей, если экзогенный конечный спрос на продукцию данной отрасли увеличится на единицу. Назовем эти величины мультипликаторами валовых выпусков.

Как видно из табл. 52, мультипликаторы валовых выпусков существенно превышают сумму коэффициентов полных текущих затрат, полученных из статического межотраслевого баланса. Однако очевидно, что коэффициенты полных текущих затрат, рассчитанные

Таблица 52

Номер отрасли	Мультипликаторы валовых выпусков	Сумма коэффициентов текущих затрат статического баланса	Превышение: гр. 2 — гр. 3	Номер отрасли	Мультипликаторы валовых выпусков	Сумма коэффициентов текущих затрат статического баланса	Превышение: гр. 2 — гр. 3
1	2	3	4	5	6	7	8
1	5,72	1,86	3,86	12	6,09	1,76	4,33
2	4,84	1,33	3,51	13	5,71	2,05	3,66
3	5,00	1,24	3,76	14	5,78	1,85	3,93
4	5,78	1,78	4,00	15	6,29	2,26	4,03
5	6,24	2,22	4,02	16	6,04	1,82	4,22
6	6,22	2,36	3,86	17	5,45	1,49	3,96
7	5,79	2,08	3,71	18	5,38	1,22	4,16
8	5,97	1,95	4,02	19	5,60	1,28	4,32
9	5,62	1,71	3,91	20	6,65	1,45	4,28
10	6,03	2,01	4,02	21	3,88	1,00	2,88
11	5,15	1,36	3,79	22	5,61	2,43	3,17

по динамическому балансу, должны быть больше соответствующих коэффициентов статического баланса, так как должны учитывать дополнительные текущие затраты на выпуск товаров для инвестиций и личного потребления. Такие увеличенные коэффициенты могут быть получены путем умножения:

$$\|\lambda\| \times \|D^{-1}\|,$$

где $\|\lambda\|$ — диагональная матрица с величинами $\sum_i a_{ij}$ по главной диагонали.

$M = \|E - \lambda\| \times \|D^{-1}\|$. Эта матрица показывает возрастание условно-чистой продукции отраслей при увеличении экзогенного конечного спроса на единицу. Как видно из табл. 53, средняя величина этих мультипликаторов колеблется около 3. Это означает, что если бы весь экзогенный спрос увеличился на единицу, суммарная условно-чистая продукция увеличилась бы (приблизительно) на 3 единицы. Это находится в пределах значений мультипликаторов, полученных на американских краткосрочных моделях. Матрица M позволяет однозначно определить прирост условно-чистой продукции, обеспечивающий увеличение конечного спроса в любом ассортименте, так как $V = G \times M$, где V — вектор условно-чистой продукции; G — вектор экзогенного конечного спроса.

Обозначим итоговые данные по столбцам матрицы M как μV . Тогда $\Delta V = \Delta G \times \mu V$. С помощью этой формулы влияние различных вариантов изменения государственных закупок на общественный продукт в отраслевом разрезе нетрудно рассчитать вручную.

$R = (E - A)D^{-1}$. Матрица R (табл. 54) показывает, на сколько изменится общий конечный спрос на продукцию j -й отрасли, если экзогенный конечный спрос (например, государственные закупки)

на продукцию той же отрасли изменится на единицу. Средний мультипликатор общего конечного спроса суммы (по колонкам) также колеблется вокруг 3.

Обозначим мультипликаторы конечного спроса μR . Тогда расчеты суммарного влияния различных вариантов изменения государственных закупок на совокупный конечный спрос в отраслевом разрезе можно проводить по формуле

$$\Delta GNP = \Delta G \times \mu R,$$

где GNP — вектор суммарного конечного спроса.

Из табл. 53 видно, что наибольшее стимулирующее воздействие на объем продукции оказывает увеличение государственных закупок сельскохозяйственных товаров, строительных материалов, услуг связи, электроэнергии и газа, продукции сферы услуг. Однако эти отрасли не занимают сколько-нибудь существенного места в закупках государства. Закупки военного характера (оружие и боеприпасы, транспортное машиностроение) оказывают среднее стимулирующее влияние. Менее всего на выпуск продукции воздействуют государственные закупки в горнодобывающей, лесной и деревообрабатывающей, кожевенно-обувной и металлургической отраслях промышленности.

В табл. 54 показано, что при увеличении государственного спроса на строительные материалы, продукцию металлообработки, оптики и приборостроения, услуг связи, электроэнергии и газа, продукции сферы услуг спрос на них весьма значительно возрастает и для инвестиций, и для личного потребления. Наименьшему мультипликативному воздействию подвержен частный конечный спрос на сельскохозяйственные товары, продукцию лесной и деревообрабатывающей, полиграфической, металлургической промышленности, транспортного машиностроения.

В целом анализ показывает, что ассортимент государственных закупок в США не отвечает целям максимального стимулирования спроса и продукции.

§ 3. МДМ США — 1971

МДМ США—1971 может быть сведена к системе шести конечно-разностных уравнений, которые выражают зависимость между условно-чистой продукции V_t и капиталами $K_{i,t}$ ($i=1, 2, \dots, 5$). Запишем основные тождества и уравнения модели в следующем виде⁵:

$$V_t = I_{et} + I_{1,t} + I_{2,t} + S_{1,t} + S_{2,t} + S_{3,t} + G_{1,t} + G_{2,t} + G_{3,t} + \\ + I_{p4,t} + \Delta I_{n,t}; \quad (IV.10)$$

⁵ Для условно-чистой продукции запишем тождество, предполагая экспорт равным импорту.

$$I_{e,t} = -11,5971 + 0,3823P_{t-1} - 0,1159K_{1,t-1}; \quad (\text{IV.11})$$

$$I_{1,t} = 7,9481 + 0,0732V_{t-1} - 0,0550K_{2,t-1} - 0,001099G1_t - \\ - 0,03459G1_{t-1}; \quad (\text{IV.12})$$

$$I_{2,t} = 18,5834 - 0,0527V_{t-1} + 0,0495K_{3,t-1} + 0,0692G1_{t-1}; \quad (\text{IV.13})$$

$$S_{1,t} = -16,0837 + 0,1339Y_{t-1} + 0,2097K_{4,t-1} - 0,1374G1_t; \quad (\text{IV.14})$$

$$S_{2,t} = 32,9103 + 0,3630Y_{t-1} - 0,05069G1_t; \quad (\text{IV.15})$$

$$S_{3,t} = 13,3189 + 0,2892Y_{t-1} + 1,6968t - 0,07831G1_t; \quad (\text{IV.16})$$

$$\Delta I_{n,t} = 2,7969 + 0,4405P_{t-1} - 0,7634K_{5,t-1}; \quad (\text{IV.17})$$

$$K_{1,t} = K_{1,t-1}(1 - \delta_1) + I_{e,t}; \quad (\text{IV.18})$$

$$K_{2,t} = K_{2,t-1}(1 - \delta_2) + I_{1,t}; \quad (\text{IV.19})$$

$$K_{3,t} = K_{3,t-1}(1 - \delta_3) + I_{2,t}; \quad (\text{IV.20})$$

$$K_{4,t} = K_{4,t-1}(1 - \delta_4) + S_{1,t}; \quad (\text{IV.21})$$

$$K_{5,t} = K_{5,t-1} + \Delta I_{n,t}; \quad (\text{IV.22})$$

$$Y_{t-1} = -12,1864 + 0,6129W_{t-1} + 0,8633P_{t-1} + 0,6129Z_{t-1}; \quad (\text{IV.23})$$

$$W_{t-1} = -7,1943 + 0,5093V_{t-1} - 0,005576G1_t + 0,2023G1_{t-1}; \quad (\text{IV.24})$$

$$P_{t-1} = V_{t-1} - W_{t-1}. \quad (\text{IV.25})$$

Подставляя W_{t-1} в (IV.25), а затем P_{t-1} и W_{t-1} в (IV.23), выразим P_{t-1} и Y_{t-1} через V_{t-1} :

$$P_{t-1} = 7,1943 + 0,4902V_{t-1} + 0,005576G1_t - 0,2023G1_{t-1}; \quad (\text{IV.26})$$

$$Y_{t-1} = -10,386 + 0,735V_{t-1} + 0,00139G1_t - 0,050G1_{t-1} + 0,613Z_{t-1}; \quad (\text{IV.27})$$

После подстановки (IV.26) и (IV.27) в остальные уравнения модели мы получим следующую систему уравнений относительно

$V, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$:

$$V_t = V_{t-1} - 0,1159K_{1,t-1} - 0,0550K_{2,t-1} + 0,0495K_{3,t-1} + \\ + 0,2097K_{4,t-1} - 0,763K_{5,t-1} + 45,596 + 1,6968t - 0,2618G1_t - \\ - 0,1703G1_{t-1} + 0,4811Z_{t-1} + I_{p44,t} + G_{1,t} + G_{2,t} + G_{3,t}; \\ K_{1,t} = 0,821K_{1,t-1} + 0,187V_{t-1} + 0,00214G1_t - 0,0772G1_{t-1} - 8,857; \quad (\text{IV.28})$$

$$K_{2,t} = 0,915K_{2,t-1} + 0,0732V_{t-1} - 0,00110G1_t - 0,0346G1_{t-1} + 7,9481; \quad (\text{IV.29})$$

$$K_{3,t} = -0,0527V_{t-1} + 1,029K_{3,t-1} + 0,0692G1_{t-1} + 18,5834; \quad (\text{IV.30})$$

$$K_{4,t} = 0,098V_{t-1} + 0,960K_{4,t-1} - 0,1372G1_t - 0,0067G1_{t-1} + \\ + 0,0821Z_{t-1} - 17,478; \quad (\text{IV.31})$$

$$K_{5,t} = 0,216V_{t-1} + 0,237K_{5,t-1} + 0,00246G1_t - 0,0589G1_{t-1} + 5,957. \quad (IV.32)$$

Матрица конечно-разностной системы уравнений имеет вид⁶

$$A = \begin{vmatrix} 1,000, & -0,116, & -0,055, & 0,050, & 0,210, & -0,763 \\ 0,187, & 0,821 & & & & \\ 0,073 & & 0,915 & & & \\ -0,053 & & & 1,029 & & \\ 0,098 & & & & 0,960 & \\ 0,216 & & & & & 0,237 \end{vmatrix} \quad (IV.33)$$

Рассмотрим матрицу такой структуры в общем виде

$$A = \begin{vmatrix} a_{11}, & a_{12}, \dots, a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22} \\ \vdots & \ddots \\ a_{n1} & a_{nn} \end{vmatrix} \quad (IV.34)$$

Как известно, собственное число λ матрицы A удовлетворяет уравнению

$$\det(A - \lambda E) = 0,$$

а собственный вектор

$$u = \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{vmatrix},$$

соответствующий собственному числу λ , является решением системы уравнений:

$$(A - \lambda E)u = 0.$$

Для матрицы (IV.34) эта система уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} (a_{11} - \lambda)u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{1n}u_n &= 0; \\ a_{21}u_1 + (a_{22} - \lambda)u_2 &= 0; \\ \dots &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ a_{n-1,1}u_1 + (a_{n-1,n-1} - \lambda)u_{n-1} &= 0; \\ a_{nn}u_1 + (a_{nn} - \lambda)u_n &= 0. \end{aligned} \quad (IV.35)$$

⁶ На незаполненных местах стоят пули.

Полагая в уравнениях системы (IV.35) $u_1=1$, получаем:

$$\begin{aligned} u_1 &= 1; \\ u_2 &= -a_{21}/(a_{22} - \lambda); \\ &\dots \\ u_k &= -a_{k1}/(a_{kk} - \lambda); \\ &\dots \\ u_{n-1} &= -a_{n-1,1}/(a_{n-1,n-1} - \lambda); \\ u_n &= -a_{n1}/(a_{nn} - \lambda). \end{aligned}$$

Подставляя выражения для компонентов собственного вектора в первое уравнение системы (IV.35), получим характеристическое уравнение матрицы A

$$(a_{11} - \lambda) \cdot 1 - \frac{a_{12}a_{21}}{a_{22} - \lambda} - \dots - \frac{a_{1k}a_{k1}}{a_{kk} - \lambda} - \dots - \frac{a_{1n}a_{n1}}{a_{nn} - \lambda} = 0,$$

или

$$(a_{11} - \lambda)(a_{22} - \lambda) \dots (a_{kk} - \lambda) \dots (a_{nn} - \lambda) - \sum_{k=2}^n a_{1k}a_{k1} \prod_{\substack{i \neq k \\ i \neq 1}} (a_{ii} - \lambda) = 0. \quad (\text{IV.36})$$

Левая часть уравнения (IV.36) представляет собой характеристический полином матрицы A .

Если корни уравнения (IV.36) различны и равны $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, а соответствующие им собственные векторы есть u^1, u^2, \dots, u^n , то общее решение однородной системы конечно-разностных уравнений

$$y_{t+1} - Ay_t = 0, \quad (\text{IV.37})$$

где

$$y_t = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix},$$

можно записать в следующей форме⁷:

$$y_t = \sum_{k=1}^n c_k \lambda_k^t u^k. \quad (\text{IV.38})$$

Здесь c_k — произвольные постоянные, зависящие, вообще говоря, от начальных условий.

⁷ Лапкастер К. Математическая экономика. М., 1972, 464 с.

Неоднородную систему копечко-разностных уравнений (IV.28) — (IV.32) запишем в виде

$$y_{t+1} - Ay_t = F(t), \quad (\text{IV.39})$$

где $F(t)$ — вектор экзогенных величин, а y_t — вектор эндогенных переменных:

$$y_t = \begin{pmatrix} V_t \\ k_{1,t} \\ \vdots \\ k_{5,t} \end{pmatrix}.$$

Вектор $F(t)$ можно представить в виде линейной комбинации векторов вида

$$(1 + \beta_r)^t b_r, \quad r = 1, \dots, l.$$

Тогда частное решение неоднородной системы (IV.39) можно записать в форме

$$y_t^* = \sum_{r=1}^l d_r (1 + \beta_r)^t (\beta_r E - A)^{-1} b_r. \quad (\text{IV.40})$$

Общее решение неоднородной системы (IV.39) будет иметь вид

$$y_t = \sum_{k=1}^n c_k \lambda_k^t u^k + \sum_{r=1}^l d_r (1 + \beta_r)^t (\beta_r E - A)^{-1} b_r. \quad (\text{IV.41})$$

Система уравнений (IV.37) устойчива тогда и только тогда, когда каждое собственное число матрицы A удовлетворяет условию

$$|\lambda_k| < 1, \quad k = 1, \dots, n. \quad (\text{IV.42})$$

Если система (IV.37) устойчива, то общее решение неоднородной системы уравнений (IV.39) будет стремиться при $t \rightarrow \infty$ к частному решению (IV.40), которое для этой системы будет положением равновесия.

Однако в нашем случае условие (IV.42) не выполняется. Система (IV.39) имеет различные собственные числа, два из которых по модулю больше 1: $\lambda_1 = 0,9099$; $\lambda_2 = 1,0176$; $\lambda_3 = 1,0186$; $\lambda_4 = 0,5903$; $\lambda_5 = 0,7383$; $\lambda_6 = 0,6873$.

Собственные векторы матрицы (IV.33) представлены колонками матрицы

$$U = \begin{vmatrix} u^1 & u^2 & u^3 & u^4 & u^5 & u^6 \\ 0,0683 & -8,6957 & -4,8657 & -0,6962 & 5,5772 & 23,1625 \\ 0,1436 & -7,5057 & -5,1564 & 0,5610 & -7,3956 & -31,4077 \\ -0,9775 & -6,2765 & -3,6052 & 0,1561 & -1,5875 & -7,2023 \\ 0,0304 & -22,8070 & 6,5865 & -0,0895 & 1,1086 & 4,2286 \\ -0,1336 & -10,2872 & -10,2551 & 0,1821 & -3,9926 & -8,4939 \\ 0,0219 & -2,3570 & -1,3867 & -0,4250 & 1,9242 & 12,1829 \end{vmatrix} \quad (\text{IV.43})$$

Таким образом, система конечно-разностных уравнений (IV.28)–(IV.32) неустойчива и общее решение (IV.41) этой системы будет отклоняться от положения равновесия с течением времени. Степень этого отклонения определяется ростом двух слагаемых из суммы (IV.38), которые соответствуют собственным числам, большим 1:

$$c_2 u^{(2)} (1,0176)^t + c_3 u^{(3)} (1,0186)^t.$$

§ 4. МДМ США — 1972

Для исследования динамических свойств модели приведем систему уравнений, описывающих модель, к каноническому виду. Вектор, описывающий траекторию развития экономики, будет содержать 27 переменных. Из них 22 переменные X_{it} определяют валовые выпуски отраслей, 4 переменные K_{et}, K_{pt}, K_{ht} и K_{dt} характеризуют накопленные основные фонды: капиталы в виде оборудования, зданий и сооружений, жилых зданий и запасов товаров длительного пользования у населения. Последняя переменная — это величина условно-чистой продукции V_t .

Введем одно упрощающее предположение. В отличие от действующей модели будем считать фонд заработной платы и величину прибыли линейными функциями от условно-чистой продукции.

Выражая фонд заработной платы, величину прибыли и величину личных доходов населения через условно-чистую продукцию, мы можем представить уравнения регрессии модели в виде:

$$I_{et} = \alpha_e V_t + \beta_e V_{t-1} + \gamma_e K_{et-1}; \quad (\text{IV.44})$$

$$I_{pt} = \alpha_p V_t + \beta_p V_{t-1} + \gamma_p K_{pt-1}; \quad (\text{IV.45})$$

$$I_{ht} = \alpha_h V_t + \beta_h V_{t-1} + \gamma_h K_{ht-1}; \quad (\text{IV.46})$$

$$S_t = \alpha_s V_t + \beta_s V_{t-1} + \gamma_s K_{dt-1}; \quad (\text{IV.47})$$

$$S'_t = \alpha'_s V_t + \beta'_s V_{t-1} + \gamma'_s K_{dt-1}, \quad (\text{IV.48})$$

где уравнение для S'_t дает величину всего фонда потребления населения, а уравнение для S_t выражает объем потребления товаров длительного пользования. Уравнения для I_{et}, I_{pt} и I_{ht} определяют соответственно закупки оборудования, капиталовложения в частное строительство и объем жилищного строительства в t -м году.

Приведем еще раз основные балансовые уравнения модели:

$$\begin{aligned} X_{i,t} = & \sum_{j=1}^{22} (a_{ij} - h_i) X_{j,t-1} + b_i I_{et} + c_i I_{pt} + H_i I_{ht} + d_i S_t + \\ & + c'_i I_{dt}^* + g_i G_t^* + e_i E_t^* + n_i \Delta I_{nt}^*, \quad i = 1, \dots, 22. \end{aligned} \quad (\text{IV.49})$$

Здесь звездочкой отмечены экзогенные показатели, а коэффициенты распределения по отраслям b_i, c_i, H_i, d_i ($i=1, \dots, 22$), коэффициенты прямых затрат, а также коэффициенты h_i ($i=1, \dots, 22$), определяющие импорт, взяты на уровне 1965 г.

Подставляя уравнения (IV.44)–(IV.47) в систему (IV.49) и отбрасывая экзогенные слагаемые, получаем однородную систему уравнений, содержащую только эндогенные переменные

$$X_{i,t} = \sum_{j=1}^{22} (a_{ij} - h_i) X_{j,t-1} + B_i V_t + C_i V_{t-1} + \Gamma_{ei} K_{et-1} + \Gamma_{pi} K_{pt-1} + \Gamma_{hi} K_{ht-1} + \Gamma_{si} K_{dt-1}, \quad i = 1, \dots, 22, \quad (\text{IV.50})$$

где

$$\begin{aligned} B_i &= b_i \alpha_e + c_i \alpha_p + H_i \alpha_h + d_i \alpha_s; \\ C_i &= b_i \beta_e + c_i \beta_p + H_i \beta_h + d_i \beta_s; \\ \Gamma_{ei} &= b_i \gamma_e, \quad \Gamma_{pi} = c_i \gamma_p, \quad \Gamma_{hi} = H_i \gamma_h, \quad \Gamma_{si} = d_i \gamma_s. \end{aligned}$$

Используя известные уравнения для определения капиталов и уравнения системы (IV.44)–(IV.48), получаем еще четыре уравнения:

$$K_{et} = (1 - \delta_e) K_{e,t-1} + \alpha_e V_t + \beta_e V_{t-1} + \gamma_e K_{e,t-1}; \quad (\text{IV.51})$$

$$K_{pt} = (1 - \delta_p) K_{p,t-1} + \alpha_p V_t + \beta_p V_{t-1} + \gamma_p K_{p,t-1}; \quad (\text{IV.52})$$

$$K_{ht} = (1 - \delta_h) K_{h,t-1} + \alpha_h V_t + \beta_h V_{t-1} + \gamma_h K_{h,t-1}; \quad (\text{IV.53})$$

$$K_{dt} = (1 - \delta_d) K_{d,t-1} + \alpha_s V_t + \beta_s V_{t-1} + \gamma_s K_{d,t-1}, \quad (\text{IV.54})$$

где $\delta_e, \delta_p, \delta_h, \delta_d$ — коэффициенты выбытия.

Чтобы получить еще одно, последнее, уравнение для переменной V_t , просуммируем уравнения системы (IV.44)–(IV.48):

$$V_t = \alpha V_t + \beta V_{t-1} + \gamma_e K_{e,t-1} + \gamma_p K_{p,t-1} + \gamma_h K_{h,t-1} + \gamma_s K_{d,t-1},$$

где

$$\alpha = \sum_{i=1}^{22} B_i = \alpha_e + \alpha_p + \alpha_h + \alpha_s,$$

$$\beta = \sum_{i=1}^{22} C_i = \beta_e + \beta_p + \beta_h + \beta_s,$$

или

$$\begin{aligned} V_t = \frac{\beta}{1-\alpha} V_{t-1} + \frac{\gamma_e}{1-\alpha} K_{e,t-1} + \frac{\gamma_p}{1-\alpha} K_{p,t-1} + \frac{\gamma_h}{1-\alpha} K_{h,t-1} + \\ + \frac{\gamma_s}{1-\alpha} K_{d,t-1}. \end{aligned} \quad (\text{IV.55})$$

При выводе последнего уравнения мы использовали условия

$$\sum_{i=1}^{22} b_i = \sum_{i=1}^{22} c_i = \sum_{i=1}^{22} H_i = \sum_{i=1}^{22} d_i = 1,$$

а также приближенное равенство

$$\sum_{i=1}^{22} X_{i,t} - \sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^{22} (a_{ij} - h_i) X_{j,t-1} = V_t.$$

При приведении подобных в уравнениях (IV.51) — (IV.54) использовались следующие обозначения:

$$\begin{aligned}\Gamma_e &= 1 - \delta_e + \gamma_e, \quad \Gamma_p = 1 - \delta_p + \gamma_p, \quad \Gamma_h = 1 - \delta_h + \gamma_h, \\ \Gamma_s &= 1 - \delta_d + \gamma_s.\end{aligned}$$

Объединяя (IV.50), (IV.51) — (IV.54) и (IV.55), мы приходим к однородной системе разностных уравнений:

$$X_{i,t} - B_i V_t = \sum_{j=1}^{22} (a_{ij} - h_i) X_{j,t-1} + C_i V_{t-1} + \Gamma_{ei} K_{e,t-1} + \\ + \Gamma_{pi} K_{p,t-1} + \Gamma_{hi} K_{h,t-1} + \Gamma_{si} K_{d,t-1}, \quad i = 1, \dots, 22; \quad (\text{IV.56})$$

$$K_{et} - \alpha_e V_t = \beta_e V_{t-1} + \Gamma_e K_{e,t-1}; \quad (\text{IV.57})$$

$$K_{pt} - \alpha_p V_t = \beta_p V_{t-1} + \Gamma_p K_{p,t-1}; \quad (\text{IV.58})$$

$$K_{ht} - \alpha_h V_t = \beta_h V_{t-1} + \Gamma_h K_{h,t-1}; \quad (\text{IV.59})$$

$$K_{dt} - \alpha'_s V_t = \beta'_s V_{t-1} + \Gamma_s K_{d,t-1}; \quad (\text{IV.60})$$

$$V_t = \frac{1}{1-\alpha} (\beta V_{t-1} + \gamma_e K_{e,t-1} + \gamma_p K_{p,t-1} + \gamma_h K_{h,t-1} + \gamma_s K_{d,t-1}). \quad (\text{IV.61})$$

Введем вектор

$$X_t^T = (X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{22,t}, K_{et}, K_{pt}, K_{ht}, K_{dt}, V_t),$$

и матрицы

$$M = \begin{bmatrix} 1 & \cdot & -B_1 \\ & 1 & -B_2 \\ & & \ddots & \ddots \\ & & & \ddots & \ddots \\ & & & & 1 & -B_{22} \\ & & & & & \ddots & \\ & & & & & & 1 & -\alpha_e \\ & & & & & & & 1 & -\alpha_p \\ & & & & & & & & 1 & & & & & & & & & & & & & & & & & & & -\alpha_h \\ & & & & & & & & & 1 & & & & & & & & & & & & & & & & & & -\alpha'_s \\ & & & & & & & & & & \ddots & & & & & & & & & & & & & & & & 1 \end{bmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} a_{11} - h_1, & a_{12}, & \cdots & \cdots & a_{1,22}, & \Gamma_{e_1}, \Gamma_{I_1}, \Gamma_{h_1}, \Gamma_{s_1}, C_1 \\ a_{21}, & a_{22} - h_2, & \cdots & \cdots & a_{2,22}, & \Gamma_{e_2}, \Gamma_{I_2}, \Gamma_{h_2}, \Gamma_{s_2}, C_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_{22,1}, & a_{22,2}, & \cdots & \cdots & a_{22,22} - h_{22}, & \Gamma_{e_{22}}, \Gamma_{I_{22}}, \Gamma_{h_{22}}, \Gamma_{s_{22}}, C_{22}, \\ & & & & \Gamma_e & \beta_e \\ & & & & \Gamma_p & \beta_p \\ & & & & \Gamma_h & \beta_h \\ & & & & \Gamma_s & \beta'_s \\ & & & & \frac{\gamma_e}{1-\alpha} & \frac{\gamma_p}{1-\alpha} \\ & & & & \frac{\gamma_h}{1-\alpha} & \frac{\gamma_s}{1-\alpha} \\ & & & & \frac{\beta}{1-\alpha} & \end{bmatrix}$$

и запишем систему (IV.56)–(IV.61) в матричном виде

$$MX_t = NX_{t-1}. \quad (\text{IV.62})$$

Легко видеть, что обратная матрица для M есть

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & B_1 \\ 1 & & & & & & & & B_2 \\ \vdots & & & & & & & & \vdots \\ & & & 1 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & B_{22} \\ & & & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \vdots \\ & & & & 1 & \cdots & \cdots & \cdots & \alpha_e \\ & & & & & 1 & \cdots & \cdots & \alpha_p \\ & & & & & & 1 & \cdots & \alpha_h \\ & & & & & & & 1 & \alpha'_s \\ & & & & & & & & 1 \end{bmatrix}$$

Умножая систему (IV.62) на M^{-1} , получаем

$$X_t = M^{-1}NX_{t-1} = RX_{t-1}, \quad (\text{IV.63})$$

где матрица $R = M^{-1}N$ имеет вид

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ \mathbf{0} & R_{22} \end{bmatrix} \quad (\text{IV.64})$$

Здесь R_{11} — матрица технологических коэффициентов, диагональные

элементы которой уменьшены на величину коэффициента импорта. Матрица R_{11} неотрицательна.

$$R_{11} = \begin{bmatrix} a_{11} - h_1, a_{12}, \dots, a_{1,22} \\ a_{21}, a_{22} - h_2, \dots, a_{2,22} \\ \vdots \\ \vdots \\ a_{22,1} a_{22,2}, \dots, a_{22,22} - h_{22} \end{bmatrix}$$

Матрица R_{22} также квадратная, размерности 5×5 .

$$R_{22} = \begin{bmatrix} \Gamma_e + \frac{\alpha_e \gamma_e}{1-\alpha}, \frac{\alpha_e \gamma_p}{1-\alpha}, \frac{\alpha_e \gamma_h}{1-\alpha}, \frac{\alpha_e \gamma_s}{1-\alpha}, \beta_e + \frac{\alpha_e \beta}{1-\alpha} \\ \frac{\alpha_p \gamma_e}{1-\alpha}, \Gamma_p + \frac{\alpha_p \gamma_p}{1-\alpha}, \frac{\alpha_p \gamma_h}{1-\alpha}, \frac{\alpha_p \gamma_s}{1-\alpha}, \beta_p + \frac{\alpha_p \beta}{1-\alpha} \\ \frac{\alpha_h \gamma_e}{1-\alpha}, \frac{\alpha_h \gamma_p}{1-\alpha}, \Gamma_h + \frac{\alpha_h \gamma_h}{1-\alpha}, \frac{\alpha_h \gamma_s}{1-\alpha}, \beta_h + \frac{\alpha_h \beta}{1-\alpha} \\ \frac{\alpha_s \gamma_e}{1-\alpha}, \frac{\alpha_s \gamma_p}{1-\alpha}, \frac{\alpha_s \gamma_h}{1-\alpha}, \Gamma_s + \frac{\alpha_s \gamma_s}{1-\alpha}, \beta_s + \frac{\alpha_s \beta}{1-\alpha} \\ \frac{\gamma_e}{1-\alpha}, \frac{\gamma_p}{1-\alpha}, \frac{\gamma_h}{1-\alpha}, \frac{\gamma_s}{1-\alpha}, \beta \end{bmatrix}$$

Матрица R_{12} — прямоугольная, размерности 22×5 . Она содержит как отрицательные, так и положительные элементы.

$$R_{12} = \begin{bmatrix} \Gamma_{e1} + \frac{B_1 \gamma_e}{1-\alpha}, \Gamma_{p1} + \frac{B_1 \gamma_p}{1-\alpha}, \Gamma_{h1} + \frac{B_1 \gamma_h}{1-\alpha}, \Gamma_{s1} + \frac{B_1 \gamma_s}{1-\alpha}, C_1 + \frac{B_1 \beta}{1-\alpha} \\ \Gamma_{e2} + \frac{B_2 \gamma_e}{1-\alpha}, \Gamma_{p2} + \frac{B_2 \gamma_p}{1-\alpha}, \Gamma_{h2} + \frac{B_2 \gamma_h}{1-\alpha}, \Gamma_{s2} + \frac{B_2 \gamma_s}{1-\alpha}, C_2 + \frac{B_2 \beta}{1-\alpha} \\ \dots \\ \Gamma_{e22} + \frac{B_{22} \gamma_e}{1-\alpha}, \Gamma_{p22} + \frac{B_{22} \gamma_p}{1-\alpha}, \Gamma_{h22} + \frac{B_{22} \gamma_h}{1-\alpha}, \Gamma_{s22} + \frac{B_{22} \gamma_s}{1-\alpha}, C_{22} + \frac{B_{22} \beta}{1-\alpha} \end{bmatrix}$$

В левом нижнем углу матрицы R расположена матрица \mathbf{O} , состоящая из пулевых элементов, размерности 5×22 .

Таким образом, матрица R оказывается разложимой⁸. Как известно⁹, множество характеристических корней разложимой матрицы (IV.64) состоит из множества характеристических чисел матриц R_{11} и R_{22} . Это означает, что матрица R_{12} не оказывает влияния на величину и вид характеристических чисел матрицы R .

⁸ Ланкастер К. Математическая экономика. М., 1972.

⁹ Маркус М., Минк Х. Обзор по теории матриц и матричных неравенств. М., 1972, 232 с.

Система конечно-разностных уравнений, матрица которой разложима, может быть разбита на две подсистемы уравнений. Первая подсистема содержит все переменные исходной системы, а вторая — только часть переменных. Вторая подсистема уравнений может, следовательно, изучаться независимо от первой.

Введем обозначения:

$$\begin{aligned} X_t^1 &= (X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{22,t}); \\ X_t^2 &= (K_{et}, K_{pt}, K_{ht}, K_{dt}, V_t). \end{aligned}$$

Тогда система уравнений (IV.63) запишется так:

$$\begin{bmatrix} X_t^1 \\ X_t^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11}, & R_{12} \\ 0, & R_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_{t-1}^1 \\ X_{t-1}^2 \end{bmatrix},$$

или

$$\begin{aligned} X_t^1 &= R_{11}X_{t-1}^1 + R_{12}X_{t-1}^2; \\ X_t^2 &= R_{22}X_{t-1}^2. \end{aligned}$$

Определяя вектор X^2 из второй подсистемы уравнений и подставляя его в первую, получим неоднородную систему конечно-разностных уравнений относительно вектора X^1 .

Динамические свойства модели определяются, таким образом, величиной и видом характеристических чисел матриц R_{11} и R_{22} .

Матрица R_{11} , как уже отмечалось, состоит из неотрицательных элементов. Согласно теореме Perrona—Фробениуса¹⁰, такая матрица имеет, по крайней мере, один неотрицательный вещественный корень и соответствующий ему неотрицательный собственный вектор. Если, кроме того, матрица R_{11} неразложима, то этот корень положителен, нет кратных корней и соответствующий собственный вектор также положителен, т. е. первая подсистема имеет решение, обладающее реальным экономическим смыслом.

Рассмотрим более подробно матрицу R_{22} , преобразующую вектор X_{t-1}^2 в вектор X_t^2 . Компоненты этого вектора — капиталы по видам фондов и величина условно-чистой продукции в народном хозяйстве. Преобразование осуществляется таким образом, что к первым четырем компонентам за предыдущий год, уменьшенным на величину износа, прибавляется линейная комбинация остальных компонентов вектора X_{t-1}^2 .

Для последнего компонента вектора действует мультипликатор $\frac{\beta}{1-\alpha}$ величины V_{t-1} в сочетании с линейной комбинацией остальных компонентов вектора.

Накопленные к данному году значения экономических показателей намного превосходят величину их прироста за один шаг модели. Отсюда следует, что коэффициенты матрицы R_{22} , стоящие на глав-

¹⁰ Ланкастер К. Математическая экономика. М., 1972.

Таблица 55

**Комплексно-сопряженные характеристические числа
матрицы R_{11}**

Характеристический корень λ	$\frac{\operatorname{Im}(\lambda)}{\operatorname{Re}(\lambda)}$	ω , рад	*Период $\frac{2\pi}{\omega}$, год	$ \lambda $
$0,45438 \pm 0,046\ 573i$	0,102498	0,1022	61,5	0,457
$0,38065 \pm 0,138\ 90i$	0,364902	0,3499	18,0	0,405
$0,26725 \pm 0,196\ 78i$	0,736314	0,6347	9,9	0,332
$0,14175 \pm 0,198\ 83i$	1,402681	0,9514	6,6	0,244
$0,03558 \pm 0,141\ 56i$	3,978640	1,3246	4,7	0,146

ной диагонали, превосходят по абсолютному значению сумму коэффициентов соответствующей строки. Если элементы главной диагонали матрицы положительны, как в нашем случае, то такая матрица называется *доминантной с положительной мажорирующей главной диагональю*. Теорема Адамара¹¹ гарантирует невырожденность такой матрицы и положительность вещественной части каждого из ее характеристических корней. Вторая подсистема, следовательно, также обладает решением, имеющим экономический смысл.

Приведем теперь значения характеристических чисел матрицы (IV.64). Матрица R_{11} имеет пять пар комплексно-сопряженных характеристических корней (табл. 55), восемь характеристических чисел, близких к нулю по абсолютному значению, один вещественный корень, равный — 0,10388, а также три положительных характеристических корня: 0,05593; 0,00809; 0,01163.

Решение системы конечно-разностных уравнений, соответствующее паре комплексно-сопряженных корней, может быть записано в следующей форме:

$$x(t) = k\rho^t \cos(\omega t + \varphi),$$

где $\rho = |\lambda|$,

$$\operatorname{tg} \omega = \operatorname{Im}(\lambda)/\operatorname{Re}(\lambda);$$

k и φ — произвольные постоянные, которые определяют соответственно амплитуду и фазу колебания.

Как видно из табл. 55, модель МДМ США—1972 имитирует колебания экономического развития с теми же периодами, которые установлены для реальных рядов экономических показателей¹². При этом степень затухания колебаний ρ обратно пропорциональна длине периода.

Все характеристические числа доминантной матрицы R_{22} оказались вещественными: 1,00843; 0,94606; 0,87495; 0,79541; 0,54720.

¹¹ Ланкастер К. Математическая экономика. М., 1972.

¹² Гренджер К., Хатанака М. Спектральный анализ временных рядов в экономике, М., 1972, 312 с.

Таким образом, наибольший положительный характеристический корень, определяющий эндогенный темп роста в модели, равен 1,00843. Это соответствует ежегодному темпу прироста 0,843%.

Интересно отметить четкое различие блоков R_{11} и R_{22} по характеру соответствующих им собственных значений. Матрица R_{11} , описывающая промежуточное производственное потребление отраслей, индуцирует главным образом колебательные движения валовых выпусков. Блок R_{22} , характеризующий процесс формирования основных фондов, запасов товаров длительного пользования и величины условно-чистой продукции, индуцирует положительные корни, наибольший из которых определяет темп роста экономики в модели. Система конечно-разностных уравнений, соответствующая этому блоку,

$$X_t^2 = R_{22} X_{t-1}^2$$

может рассматриваться автономно, как агрегированная модель экономики, аналогично уже рассмотренному агрегированному варианту модели МДМ США—1971 с лаговыми факторами в уравнениях регрессии.

ГЛАВА V

ФАКТОРЫ РОСТА ЭКОНОМИКИ США

На модели МДМ США—1970 была осуществлена серия расчетов с целью выделения важнейших факторов, определивших темпы роста экономики США в послевоенный период. Исследование касалось лишь факторов, формирующих объем и темпы роста конечного спроса. Факторы, определяющие производственные возможности, не рассматривались, так как модель не предназначена для такого анализа.

В аналогичных расчетах, проведенных без использования динамических моделей, анализ факторов формирования конечного спроса обычно заключается в установлении удельных весов компонентов спроса и их изменения за исследуемый период, а также последовательном раздельном анализе каждого из компонентов и подкомпонентов с указанием на факторы, возможно, повлиявшие на их развитие¹.

Применительно к послевоенной экономике США такой анализ ограничился бы, например данными, включенными в табл. 56, и привел бы к очевидным выводам о том, что основным фактором роста конечного спроса выступал рост личного потребления, а ос-

¹ Мэддисон А. Экономическое развитие в странах Запада. М., 1967, 374 с.

Таблица 56

Динамика конечного спроса в США в 1949—1965 гг. в ценах 1958 г., млрд. долл.

Компонент спроса	Объем		Прирост объема за 1949—1965 гг.	То же, в % к приросту СНР
	1949	1965		
Баловой национальный продукт (GNP)	324,1	617,8	293,7	100,0
Личное потребление	216,5	397,7	181,2	61,7
В том числе:				
товары длительного пользования	28,4	66,6	38,2	13,0
товары кратковременного пользования	110,5	178,6	68,1	23,2
услуги	77,6	152,5	74,9	25,5
Частные капиталовложения	51,9	90,1	38,2	13,0
В том числе:				
строительство	29,3	46,1	16,8	5,7
оборудование	22,6	44,0	21,4	7,3
Изменение товарных запасов Государственные закупки товаров и услуг	—3,9	9,0	12,9	4,4
В том числе:				
федерального правительства	27,6	57,9	30,3	10,3
местных властей	25,7	56,8	31,1	10,6
Сальдо внешних операций	6,4	6,2	—0,2	—0,007
В том числе:				
экспорт	18,1	37,4	19,3	6,6
импорт	11,7	31,2	—19,5	—6,6

тальные факторы играли второстепенную роль. Последующий анализ личных доходов населения, определяющих объем личного потребления, показал бы, что они в конечном счете зависят от роста заработной платы и занятости в частном секторе, а также от роста фонда жалованья государственных служащих. Поскольку динамика этих величин, в свою очередь, зависит от уровня производства, а последний — от конечного спроса, то нам пришлось бы снова вернуться к тому, с чего начали. Такой анализ, несомненно, полезен, так как позволяет составить достаточно подробное представление о реальном экономическом развитии. Однако он оставляет нас в замкнутом круге статического анализа, не дающего ответа на многие важные вопросы.

В отличие от этого анализ, основанный на использовании межотраслевой динамической модели, позволяет разложить рост конечного спроса, его эндогенных компонентов, продукции отраслей и компонентов национального дохода по заданному набору переменных. В рассматриваемой модели МДМ США—1970 можно выделить влияние следующих факторов:

- 1) военные закупки государства;

- 2) невоенные закупки государства;
- 3) государственное строительство;
- 4) жалованье государственных служащих;
- 5) экспорт товаров и услуг;
- 6) трендовое изменение частных услуг;
- 7) трендовое изменение частного строительства.

Выделение этих факторов осуществлялось следующим образом. За основу расчетов принята базовая имитация экономики США в 1949—1965 гг. Эта имитация, при которой вводились фактические величины экзогенного спроса, рассматривалась как вариант, правильно отражающий долгосрочную динамику экономического развития. Затем проведены расчеты, которые отличались от базовой имитации некоторыми особенностями. Прежде всего были фиксированы на уровне 1949 г.:

- а) военные и невоенные закупки государства, экспорт;
- б) невоенные закупки и экспорт;
- в) военные закупки и экспорт;
- г) государственные закупки обоих видов.

Сравнение вариантов «б», «в» и «г» с вариантом «а» позволило определить чистое влияние соответственно военных, невоенных закупок и экспорта.

В основу дальнейших расчетов был положен вариант «а», в котором влияние экзогенных компонентов конечного спроса исключено. Рассчитывались варианты, отличающиеся от «а» тем что, значение переменной времени фиксировалось ($t=1$):

- д) в уравнении, формирующем фонд жалованья государственных служащих;
- е) в уравнениях, формирующих фонд жалованья государственных служащих и затраты на государственное строительство;
- ж) в уравнениях варианта «е», а также в уравнении, формирующем спрос на потребительские услуги;
- з) во всех уравнениях, где фигурирует переменная времени.

Сравнение вариантов «д» и «а» позволило выделить чистое влияние временного тренда роста фонда жалованья государственных служащих; вариантов «е» и «д» — влияние государственного строительства; вариантов «ж» и «е» — влияние временного тренда роста спроса на потребительские услуги; «з» и «ж» — влияние временного тренда роста частного строительства. Результаты указанных расчетов приведены в табл. 57—59.

Данные табл. 57 свидетельствуют, что по мере последовательного фиксирования отдельных компонентов конечного спроса, как правило, сокращаются среднегодовые темпы роста валового национального дохода, личного потребления, капитальныхложений в оборудование и валовой продукции отраслей. Проиллюстрируем этот результат на примере данных о валовом национальном продукте.

Среднегодовой темп роста валового национального продукта, полученный в базовой имитации и соответствующий фактическому темпу, составил 3,66 %. Если зафиксировать государственные за-

Таблица 57

Среднегодовой темп роста в расчетных вариантах, %

Эндогенная переменная	Базо- вая имита- ция	а	б	в	г	д	е	ж
Валовой национальный продукт	3,66	2,61	2,94	2,92	3,02	2,26	2,02	0,38
Личное потребление	3,63	2,90	3,18	2,78	3,18	2,69	2,47	0,31
Капиталовложения в оборудование	3,92	1,75	2,35	3,19	2,70	1,51	1,09	-0,10
Капиталовложения в здания и сооружения	3,34	3,60	3,38	2,61	3,56	3,70	2,65	3,10
Валовая продукция отраслей:								
сельское хозяйство	2,98	1,75	2,04	2,69	2,61	1,45	1,30	0,13
добычающая	3,85	2,26	2,82	2,80	3,10	2,12	1,65	0,55
оружие и боеприпасы	6,05	0,79	5,40	2,35	4,70	0,37	0,37	0,00
пищевая и табачная	2,74	1,80	2,12	2,77	2,26	1,44	1,30	0,00
текстильная и швей- ная	2,86	1,84	2,17	2,88	2,26	1,51	1,30	0,00
лесная, деревообра- батывающая и ме- бельная	3,82	2,82	3,02	3,01	3,22	2,69	2,44	2,22
целлюлозно-бумаж- ная	3,63	2,31	2,70	2,91	2,94	2,12	1,89	0,43
полиграфическая и издательская	3,52	2,48	2,82	2,89	2,90	2,30	2,17	0,06
химическая, нефтепе- рерабатывающая и резиновая	3,63	2,08	2,65	2,89	2,78	1,85	1,35	0,43
кожевенно-обувная	2,65	1,65	2,17	2,57	2,17	1,45	1,25	0,00
строительных матери- алов.	3,82	3,18	3,30	2,83	3,48	3,10	2,22	2,08
металлургическая	4,46	2,44	3,18	2,94	3,41	2,22	1,85	0,97
машиностроение, кро- ме транспортного	4,40	1,89	2,82	3,06	3,02	1,65	1,35	0,19
транспортное маши- ностроение	6,65	3,41	4,65	3,56	4,46	2,90	2,52	0,62
прочие отрасли обра- батывающей про- мышленности	4,15	2,61	3,40	2,93	3,34	2,44	1,99	1,10
транспорт	3,96	2,65	3,06	2,78	3,38	2,47	2,31	0,43
связь	3,92	3,18	3,45	2,85	3,41	3,14	3,02	0,00
электроэнергия, газ, водоснабжение	3,88	3,14	3,38	2,87	3,38	3,10	2,98	0,00
услуги	3,74	2,94	3,22	2,81	3,26	2,82	2,65	0,06

купки всех видов (исключая государственное строительство), а также экспорт (вариант «а»), то темп снижается до 2,61 %. Следовательно, на долю этих факторов приходится 1,05 % среднегодового роста совокупного конечного спроса. Если же дополнительно зафиксировать остающиеся факторы спроса, порождаемого государством (жалованье и строительство), то темп составляет лишь 2,02 % (вариант «е»). Таким образом, на долю государственного и внешнего рынков приходится почти половина роста общего конечного спроса США. Послевоенное развитие экономики страны определяющим образом

связано с развитием государственно-монополистического капитализма и внешнеэкономической экспансией.

Расчеты показывают также существенное влияние трендовых факторов, прежде всего роста народонаселения и структурных сдвигов в потреблении по мере роста уровня доходов. Возможно, что роль трендового сдвига в пользу потребительских услуг несколько преувеличена, однако это не меняет общего вывода о значении роста сферы услуг. В табл. 58 показано чистое влияние каждого из рассматриваемых факторов на рост экономики (числа свидетельствуют, на сколько процентов увеличился темп роста данного показателя за счет действия каждого фактора). Относительно валового национального продукта анализ выявляет следующую последовательность факторов (в порядке убывания их роли):

- 1) трендовый рост услуг;
- 2) экспорт;
- 3) трендовый рост частного строительства;
- 4) жалованье государственных служащих;
- 5) военные закупки;
- 6) невоенные закупки;
- 7) государственное строительство.

Роль факторов формирования спроса весьма различна по отдельным показателям экономического развития (табл. 59).

Трендовые факторы, на которые приходится 55% общего среднегодового прироста американской экономики, оказывают наибольшее стимулирующее воздействие на такие компоненты конечного спроса, как личное потребление (68%) и капиталовложения в строительство (78%), и на такие отрасли экономики, как транспорт, связь, электро-, газо-, и водоснабжение, услуги, промышленность строительных материалов, лесная, деревообрабатывающая и мебельная промышленность и полиграфическая промышленность. В указанных отраслях темп прироста на 58% и более объясняется трендовыми сдвигами.

Роль экспорта (на него приходится 11% общего среднегодового прироста) наиболее отчетливо сказывается на темпе роста капиталовложений в оборудование (24%) и соответственно на развитии машиностроения, а также сельского хозяйства, добывающей промышленности и металлургии. В этих отраслях на долю экспорта приходится более 20% темпа роста.

Особый интерес представляет исследование государственного спроса. В целом эта группа факторов определяет более трети (33,6%) общего темпа роста экономики. Государственный спрос оказывает наибольшее стимулирующее воздействие на капиталовложения в оборудование (47%) и на отрасли: добывающую промышленность, производство оружия и боеприпасов, пищевую и текстильную промышленность, химическую, нефтеперерабатывающую и резиновую, промышленность строительных материалов, общее и транспортное машиностроение. В этих отраслях более трети темпа роста может быть отнесено за счет увеличения государственного спроса.

Роль военных закупок в стимулировании спроса относительно

Среднегодовой темп роста, определяемый отдельными факторами (чистое влияние фактора), %

Эндогенная переменная	Военные закупки	Невоенные закупки	Жалованные служащих	Государственное строительство	Государственные расходы в целом	Экспорт товаров и услуг	Потребительские услуги
Валовой национальный продукт	0,33	0,31	0,35	0,24	1,23	0,41	1,64
Личное потребление	0,28	0,17	0,21	0,22	0,88	0,28	2,16
Капиталовложения в оборудование	0,60	0,58	0,24	0,42	1,84	0,95	1,19
Капиталовложения в здания и сооружения	-0,22	0,00	-0,10	1,05	0,73	-0,04	-0,45
Валовая продукция отраслей:							
сельское хозяйство	0,29	0,08	0,30	0,15	0,82	0,86	1,17
добычающая	0,56	0,19	0,14	0,57	1,46	0,84	1,10
оружие и боеприпасы	4,61	-0,26	0,41	0,00	4,76	0,91	0,37
пищевая и табачная	0,32	0,16	0,36	0,14	0,98	0,46	1,30
текстильная и швейная	0,33	0,27	0,33	0,21	1,14	0,42	1,30
лесная, деревообрабатывающая и мебельная	0,20	0,40	0,13	0,25	0,98	0,40	0,22
целлюлозно-бумажная	0,39	0,30	0,19	0,27	1,15	0,63	1,42
полиграфическая и издательская	0,34	0,28	0,18	0,13	0,93	0,42	2,11
химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая	0,57	0,28	0,23	0,50	1,58	0,70	0,98
кожевенно-обувная	0,52	-0,04	0,20	0,20	0,88	0,52	1,25
строительных материалов	0,12	0,22	0,08	0,88	1,30	0,38	0,14
металлургическая	0,74	0,31	0,22	0,37	1,64	0,97	0,88
машиностроение, кроме транспортного	0,93	0,45	0,24	0,30	1,92	1,13	1,16
транспортное машиностроение	1,24	0,95	0,51	0,38	3,08	1,05	1,90
прочие отрасли обрабатывающей промышленности	0,49	0,32	0,17	0,45	1,43	0,73	0,89
транспорт	0,41	0,17	0,18	0,16	0,92	0,73	1,88
связь	0,27	0,24	0,04	0,12	0,67	0,23	3,02
электроэнергия, газ, водоснабжение	0,24	0,26	0,04	0,12	0,66	0,24	2,98
услуги	0,28	0,20	0,12	0,17	0,77	0,32	2,59

невелика (9%), т. е. меньше, чем роль экспорта. Больше всего они способствовали росту производства оружия и боеприпасов, общего и транспортного машиностроения, металлургии, добычающей, химической и кожевенно-обувной отраслей промышленности. Косвенное влияние военных закупок в исследуемом периоде ощущали все отрасли экономики.

Таблица 59

Удельный вес отдельных факторов в общем темпе роста, % к среднегодовому росту показателя

Эндогенная переменная	Государственные расходы	Военные закупки	Экспорт	Трендовые факторы
Валовой национальный продукт	33,6	9,0	11,2	55,2
Личное потребление	24,2	7,7	7,7	68,1
Капиталовложения в оборудование	46,9	15,3	24,2	28,9
Капиталовложения в здания и сооружения	21,9	-6,7	-0,1	78,2
Валовая продукция отраслей: сельское хозяйство	27,5	9,7	28,9	43,6
добычающая	37,9	14,5	21,8	40,3
оружие и боеприпасы	78,7	76,2	15,0	0,6
пищевая и табачная	35,7	11,7	16,8	45,7
текстильная и швейная	39,7	11,5	14,7	45,6
лесная, деревообрабатывающая и мебельная	25,7	5,2	10,5	63,8
целлюлозно-бумажная	31,7	10,7	17,4	50,9
полиграфическая и изда- тельская	26,4	9,7	11,9	61,7
химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая	43,5	15,7	19,3	37,2
кожевенно-обувная	33,2	19,6	19,6	47,2
строительных материалов	34,0	3,2	7,9	58,1
металлургическая	36,8	16,6	21,7	41,5
машиностроение, кроме транспортного	43,6	21,1	25,7	30,7
транспортное машиностроение	46,3	18,6	15,8	37,8
прочие отрасли обрабатывающей промышленности	34,5	11,8	17,6	47,9
транспорт	23,2	10,4	18,4	58,6
связь	17,1	6,9	5,9	77,0
электроэнергия, газ, водо- снабжение	17,0	6,2	6,2	76,8
услуги	20,6	7,5	8,6	70,8

Общее влияние закупок государства было приблизительно таким же, как и военных закупок, но преимущественное воздействие первых по сравнению со вторыми сказывалось лишь в лесной, деревообрабатывающей и мебельной промышленности, промышленности строительных материалов, производстве электроэнергии и газа.

Полученные результаты имеют лишь предварительный характер. При оценке надежности выводов, которые можно сделать на основе этих результатов, следует учитывать ряд ограничивающих соображений.

Во-первых, удельный вес факторов отражает специфику данной модели, структуры и параметров ее уравнений. В дальнейшем це-

лесообразно сравнить эти результаты с полученными на других моделях.

Во-вторых, в имитационных расчетах не принимаются во внимание ограничения на производственные ресурсы, поэтому нельзя непосредственно измерить отрицательное воздействие отдельных факторов, например милитаризации экономики.

В-третьих, не учитываются ни отрицательное влияние роста налогов, ни стимулирующее воздействие социального страхования на конечный спрос.

В-четвертых, уравнения регрессии отражают статистические закономерности, сложившиеся в реальных условиях функционирования послевоенной американской экономики, в том числе в условиях большой зависимости от экзогенных факторов спроса. В иных условиях возможны иные статистические закономерности. Поэтому расчетные темпы экономики США и ее отдельных отраслей при исключении указанных экзогенных факторов (государственное потребление и экспорт) можно рассматривать лишь как приблизительные и ориентировочные.

По межотраслевой динамической модели были осуществлены также имитационные и прогнозные расчеты с целью определить влияние структурных сдвигов в экономике. В расчетах эти сдвиги отражались ежегодным изменением коэффициентов прямых текущих материальных затрат. Сопоставление результатов расчетов, сделанных с неизменными и меняющимися коэффициентами, приведено в табл. 60. При анализе этих данных следует иметь в виду их условный характер, вызванный тем, что при прогнозе результаты модифицировались действием блока адаптации, а при имитации изменение коэффициентов осуществлялось не по фактическим, а по расчетным значениям.

В целом изменение технологических коэффициентов на протяжении сравнительно большого срока (14–16 лет) почти не влияет на общие темпы развития экономики. Условимся считать изменения темпа в пределах 0,1% несущественными, 0,1–0,5% — средними и более 0,5% — существенными. Тогда окажется, что существенных сдвигов в динамике компонентов конечного спроса не наблюдается, а имеется лишь небольшой сдвиг в пользу личного потребления.

Несущественным является также влияние изменений технологических коэффициентов на динамику производства оружия и боеприпасов, пищевой индустрии, лесной и кожевенно-обувной промышленности, металлургии, машиностроения, связи. Однако очевидно, что внутри таких отраслей, как металлургия и машиностроение, имеются существенные сдвиги, которые модель могла бы выявить при большей дезагрегации.

Среднее влияние — в сторону уменьшения темпов — технологические сдвиги оказывают на сельское хозяйство, добывающую промышленность, полиграфию и — в сторону ускорения — на текстильную и бумажную промышленность, производство строительных материалов, на так называемые прочие отрасли обрабатываю-

Влияние изменений технологических коэффициентов на среднегодовые темпы роста, %

Эндогенная переменная	Имитация (1949—1965 гг.)			Прогноз (1965—1979 гг.)		
	при неизменных коэффициентах	при меняющихся коэффициентах	разница*	при неизменных коэффициентах	при меняющихся коэффициентах	разница*
Валовой национальный продукт	3,66	3,74	0,08	4,02	4,04	0,02
Личное потребление	3,63	3,78	0,15	3,86	3,90	0,04
Капиталовложения в оборудование	3,92	3,92	0,00	3,86	3,90	0,04
Капиталовложения в здания и сооружения	3,34	3,26	-0,08	3,86	3,90	0,04
Валовая продукция отраслей:						
сельское хозяйство добывающая	2,98 3,85	2,82 3,66	-0,16 -0,19	3,27 4,25	3,04 3,97	-0,23 -0,28
оружие и боеприпасы	6,05	6,05	0,00	5,07	4,99	-0,08
пищевая и табачная	2,74	2,78	0,02	3,04	2,94	-0,10
текстильная и швейная	2,86	3,06	0,20	4,88	4,99	0,11
лесная, деревообрабатывающая и мебельная	3,82	3,88	0,06	2,38	2,43	0,05
целлюлозно-бумажная	3,63	3,82	0,19	4,28	4,45	0,17
полиграфическая и издательская	3,52	3,34	-0,28	4,32	4,12	-0,20
химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая	3,63	4,26	0,63	4,20	4,73	0,53
кожевенно-обувная	2,65	2,48	-0,07	3,82	3,60	-0,22
строительных материалов	3,82	3,92	0,10	4,04	4,20	0,16
металлургическая	4,46	3,46	0,00	3,18	3,08	-0,10
машиностроение, кроме транспортного	4,40	4,46	0,06	3,13	3,18	0,05
транспортное машиностроение	6,65	6,66	0,01	4,85	4,81	-0,04
прочие отрасли обрабатывающей промышленности	4,15	4,46	0,31	4,20	4,41	0,21
транспорт	3,96	2,94	-1,02	3,32	2,00	-1,32
связь	3,92	3,92	0,00	4,32	4,32	0,00
электроэнергия, газ, водоснабжение	3,88	3,99	0,77	4,20	4,25	0,05
услуги	3,74	3,85	0,11	3,99	4,04	0,05

* Рассчитывается как разность темпов роста эндогенной переменной при неизменных и меняющихся коэффициентах.

щей промышленности (оптика, приборостроение и т. п.), на производство электроэнергии и газа, сферу торговли и услуг.

Существенное замедление технологические сдвиги вызывают в развитии транспорта и существенное ускорение — в развитии химической, нефтеперерабатывающей и резиновой промышленности.

Общая тенденция, по-видимому, заключается во взаимном уравновешивании в целом по экономике относительного сокращения спроса на одни виды материалов, топлива и машин увеличением спроса на другие их виды. Переход от традиционных к более прогрессивным способам производства не вызывает общего относительного сокращения спроса на средства производства.

Этот вывод в целом подтверждается расчетными данными об изменении удельного веса условно-чистой продукции в валовой продукции (табл. 61). При меняющихся технологических коэффициентах заметный (1,5% и более) рост удельного веса текущих материальных затрат наблюдается в химической, добывающей, кожевенной, прочей обрабатывающей промышленности, в общем машиностроении и связи. Заметное сокращение удельного веса этих затрат имеет место в строительстве, лесной, полиграфической промыш-

Т а б л и ц а 61

Влияние изменений технологических коэффициентов на соотношение условно-чистой и валовой продукции отраслей, %

Отрасль	Удельный вес условно-чистой продукции в валовой		
	при неизменных коэффициентах	при меняющихся коэффициентах	разница
Сельское хозяйство	48,9	48,9	0,0
Добывающая	70,0	68,1	-1,9
Строительство	82,8	86,3	3,5
Оружие и боеприпасы	56,0	56,3	0,3
Пищевая и табачная	32,0	31,3	-0,7
Текстильная и швейная	31,7	31,0	-0,7
Лесная, деревообрабатывающая, мебельная	29,0	37,5	8,5
Целлюлозно-бумажная	40,4	40,6	0,2
Полиграфическая и издательская	57,1	59,3	2,2
Химическая, нефтеперерабатывающая и резиновая	40,6	36,0	-4,6
Кожевенно-обувная	50,0	48,1	-1,9
Строительных материалов	52,2	51,6	-0,6
Металлургическая	35,0	33,8	-1,2
Общее машиностроение	51,7	50,1	-1,6
Транспортное машиностроение	28,2	34,7	6,5
Прочие отрасли обрабатывающей промышленности	54,7	52,7	-2,0
Транспорт	69,0	68,9	-0,1
Связь	87,9	86,1	-1,8
Электроэнергия, газ, водоснабжение	79,9	79,6	-0,3
Услуги	72,1	71,9	-0,2
Всего	56,5	56,5	0,0

ленисти, в транспортном машиностроении. Однако в целом по экономике доля условно-чистой продукции, а следовательно, и соотношение промежуточного и конечного продуктов, остаются стабильными.

Во время научной командировки в США в декабре 1971 — марте 1972 г. нами проведены расчеты, аналогичные рассмотренным выше, с помощью Уортонской годовой и Мерилендской моделей. Цель этих расчетов — сопоставление наших результатов с результатами, полученными на этих моделях. По техническим причинам оказалось невозможным провести эксперименты, которые были бы строго сопоставимы с нашими результатами. Так, с Уортонской годовой моделью расчеты проводились лишь по части базового периода, а именно за 1959—1969 гг., тогда как наши расчеты относятся к периоду 1949—1965 гг. Кроме того, несопоставимость полученных результатов усугублялась тем, что 1959 г., взятый за точку отсчета в Уортонской модели, был первым послекризисным годом. Правомернее было бы начать расчеты с предкризисного 1957 г., что, однако, оказалось невозможным из-за условий экспериментов.

Уортонская модель содержит 90 экзогенных переменных по сравнению с пятью переменными в МДМ США. Поэтому потребовалось объединить эти переменные в группы, приблизительно сопоставимые по возможному влиянию с нашими внешними переменными. Последовательность шагов в проведенном эксперименте была такой:

- 1) получение базового варианта имитации с заданием фактических значений всех 90 экзогенных переменных;
- 2) закрепление на фактическом уровне 1959 г. группы налоговых переменных, относящихся к нормам амортизации и срокам службы оборудования и зданий (14 переменных);
- 3) дополнительное закрепление переменных, характеризующих федеральные и местные налоговые ставки и ставки льгот по инвестициям (19 переменных);
- 4) фиксирование паряду с предыдущими также денежных переменных, фиктивных переменных и импортных цен (19 переменных).

Мы начали эксперимент с закрепления указанных переменных с тем, чтобы расчистить путь для прямого сопоставления результатов с полученными на МДМ США. Поскольку в нашей модели нет установленных государством норм амортизации, а также денежных и фиктивных переменных, поскольку от них необходимо было избавиться в первую очередь. Побочным продуктом такого подхода явилось получение дополнительной информации о влиянии налоговой политики на темпы роста. Далее, в дополнение к 4-му варианту закреплялись следующие переменные:

- 5) описывающие внешнюю торговлю (2 переменные);
- 6) государственные закупки (8 переменных). Вследствие особенностей Уортонской модели оказалось невозможным проследить влияние различных видов государственных закупок. В частности модель не делает различия между военными и другими федеральными закупками;

- 7) государственные трансфертные платежи и доход государства от социального обеспечения (б переменных);
- 8) все прочие экзогенные переменные кроме временного тренда (21 переменная).

Наконец, были рассчитаны варианты, в которых:

- 9) устранено влияние временного тренда; все экзогенные переменные закреплены на уровне их фактических значений 1959 г. и на протяжении всего периода имитации;

- 10) в отличие от базового варианта закреплен временной тренд; все прочие экзогенные переменные меняются в соответствии с их фактическими значениями.

Результаты расчетов представлены в табл. 62.

Интересно отметить, что изменение норм амортизации воздействует на валовую продукцию и валовой национальный продукт очень незначительно и лишь немногим больше на инвестицию в оборудование, строительство и продукцию обрабатывающей промышленности. Влияние изменения налоговых ставок в целом также оказывается небольшим (0,15%), однако оно существенно различается для разных компонент валового национального продукта. Изменение налоговых ставок оказывает общее отрицательное воздействие на личное потребление (0,2%), тогда как их влияние на производственные инвестиции положительно (0,3%). Такой результат, возможно, вызван увеличением средних ставок личного подоходного налога по мере роста абсолютного уровня доходов. Эта тенденция противостояла снижению налоговых ставок, произведенному в середине 60-х годов. В отличие от этого, средние ставки налога на прибыль корпораций сокращаются в соответствии с снижением этих ставок для корпораций разной величины.

Исключив влияние налоговой политики, мы после 4-го варианта приходим к результатам, которые могут быть прямо сопоставлены с результатами расчетов на МДМ США.

Среднегодовой рост валового национального продукта составляет 4,2% в Уортонской модели и 3,7% — в МДМ США.

Влияние внешней торговли очень близко в обоих экспериментах: 0,35% в Уортонской модели и 0,41% в нашей. Следует, однако, указать, что в первом случае экзогенными являются переменные, описывающие внешнюю мировую торговлю, а не экспорт товаров и услуг. Даже после закрепления уровня внешней торговли в Уортонской модели переменные экспорта продолжали увеличиваться. Это обстоятельство, по-видимому, и объясняет небольшую разницу в 0,06%.

Общее влияние правительственные закупок в Уортонской модели составляет 1,1% для валового национального продукта по сравнению с 1,23% в МДМ США. Эти результаты поразительно близки. Однако следует учсть два обстоятельства. Во-первых, относительное воздействие возросших государственных закупок в 1959—1969 гг. должно быть меньшим, чем в 1949—1965 гг., так как их абсолютный рост в первом из указанных периодов был ниже.

Таблица 62

Среднегодовой темп роста эндогенных переменных Уортонской годовой модели при различной динамике экзогенных величин (период имитации 1959—1969 гг.)
% *

Эндогенная переменная	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Валовой национальный продукт	4,65	4,60	4,75	4,20	3,85	2,75	2,80	2,80	—	4,80
Личное потребление	4,80	4,75	4,95	4,15	4,05	3,20	3,25	2,95	—	4,25
Инвестиции в основной капитал	4,00	3,85	3,80	2,35	2,35	3,05	3,15	4,25	—	6,10
Жилищное строительство	5,65	5,35	5,05	3,40	3,15	3,55	3,65	4,80	—	8,05
Экспорт	7,35	7,40	7,45	8,15	2,35	2,95	3,30	3,15	0,45	7,45
Условно-чистая промышленность:										
сельское хозяйство	1,55	1,50	1,35	1,00	0,35	—	—	—	0,65	1,70
добычающая промышленность	3,00	2,95	3,25	3,00	2,70	2,10	2,25	2,45	—	4,15
строительство	1,05	0,85	1,45	—	0,00	—	—	0,35	—	4,05
обрабатывающая промышленность	5,35	5,25	5,50	4,95	4,50	3,45	3,55	3,70	—	5,95
транспорт	4,45	4,45	4,55	4,05	3,35	2,55	2,65	2,60	—	4,70
связь	8,70	8,65	8,75	8,15	7,90	7,75	7,75	7,75	3,85	7,85
электроэнергетика, газ и водоснабжение	6,35	6,30	6,45	5,65	5,55	5,50	5,55	5,60	—	4,05
торговля	4,70	4,65	4,80	4,10	3,90	3,10	3,20	3,15	—	4,65
услуги	4,65	4,65	4,75	4,25	4,00	3,25	3,05	2,75	—	3,50

* Прочерки в таблице означают уменьшение эндогенных переменных; среднегодовой темп уменьшения не показан.

Во-вторых, влияние этих расходов на различные компоненты конечного спроса очень различно. В Уортонской модели влияние государственных закупок на личное потребление существенно и положительно (0,85%), а на инвестиции в основной капитал и экспорт существенно и отрицательно (0,6 и 0,65% соответственно). В МДМ США воздействие государственных закупок на личное потребление приблизительно такое же (0,88%), тогда как на инвестиции в оборудование и строительство это влияние очень существенно и положительно (1,84 и 0,73%). Возможно, что эта разница объясняется обратным воздействием изменения цен или специфическим влиянием вьетнамской войны.

Государственные платежи по социальному страхованию и доходы по этой статье противоположным образом влияют на темпы роста и почти компенсируют друг друга. Их общее воздействие является незначительно положительным.

После закрепления государственных закупок и экспорта Уортонская модель показывает 2,8% в год, МДМ США — 2,02%. Совместное влияние государственных закупок и экспорта составляет соответственно 60,2 и 55,2% общего темпа роста валового национального продукта. Эти показатели близки.

Содержание временных трендов в Уортонской модели и МДМ США очень различно. В нашей модели временной тренд отражает растущий удельный вес услуг в личном потреблении и длительный автономный рост некоторых категорий частного строительства. В Уортонской модели временной тренд используется в уравнениях «затраты — выпуск», а также в уравнениях цен и спроса на рабочую силу.

Общий эффект временных трендов Уортонской модели существенно превышает рост, вызванный экзогенными закупками. Исключение временного тренда при закреплении экзогенных переменных приводит к абсолютному сокращению внутренних переменных моделей. В МДМ США общий эффект временных трендов меньше, чем рост, вызванный экзогенными закупками. Внутренний эндогенный темп составляет 0,38%. Эти различия отражают разную структуру моделей.

Следует отметить, однако, что чистое влияние временных трендов при изменении всех прочих экзогенных величин в соответствии с их фактическими значениями (вариант 10) совершенно иное. В данном случае темпы роста увеличиваются, а не сокращаются. Это указывает на наличие сложных нелинейных связей Уортонской модели, отражающих различие механизма в условиях, близких к полной загрузке мощностей, и в условиях, когда темп роста близок к нулю.

Эксперимент с Мерилендской моделью проводился в более трудных условиях, так как оказалось, что в ней чистый доход на душу населения задается экзогенно. При этом условии закрепление экзогенных переменных на уровне их фактических начальных значений не оказывает существенного влияния на темпы роста, так как личное потребление фактически определяется вне модели.

Поэтому потребовалось внести в механизм Мерилендской модели изменения, которые сделали бы ее сравнимой с Уортонской и МДМ США. С этой целью было введено уравнение регрессии, связывающее текущий чистый доход на душу населения с лаговой величиной валового национального продукта. Недостаток времени и отсутствие готовой информационной базы не позволили провести имитационные расчеты с Мерилендской моделью. Однако аналогичные расчеты проведены для внебазового периода 1969—1976 гг. (табл. 63)². Рассчитывались следующие варианты:

- 1) базовый контрольный вариант, в котором экзогенные переменные менялись в соответствии с их значением в долгосрочных прогнозах Мерилендской группы;
- 2) закреплен временной тренд в уравнениях личного потребления;
- 3) закреплены государственные закупки на уровне 1969 г.;

² На этой стадии мы не предпринимали агрегирования Мерилендской модели в соответствии с отраслевой структурой МДМ США. Поэтому в таблице приведены лишь данные о валовом национальном продукте и его важнейших компонентов.

Таблица 63

Среднегодовые темпы роста эндогенных переменных Мерилендской модели при различной динамике экзогенных величин (прогнозный период 1969—1976 гг.), %

Эндогенная переменная	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
Валовой национальный продукт	3,28	3,12	2,42	2,64	1,91	3,77	3,27
Чистое влияние	—	0,16	0,86	0,64	—	0,49	0,01
Личное потребление	3,66	3,49	3,02	3,15	2,41	4,12	3,66
Чистое влияние	—	0,17	0,64	0,51	—	0,46	0,00
Инвестиции в оборудование . . .	5,16	4,86	3,82	4,30	2,86	5,88	5,10
Чистое влияние	—	0,30	1,34	0,86	—	0,72	0,06
Инвестиции в строительство . . .	2,41	2,18	1,70	1,90	1,04	2,88	2,39
Чистое влияние	—	0,23	0,71	0,51	—	0,47	0,02

- 4) на том же уровне закреплен экспорт;
- 5) закреплены все экзогенные переменные;
- 6) вариант с увеличивающимися военными расходами, поскольку основные прогнозы Мерилендской группы базировались на предположении о неизменных военных расходах после 1972 г.;
- 7) закреплены технологические коэффициенты.

Совместное влияние меняющихся военных и невоенных закупок (варианты 3 и 6) в Мерилендской модели составляет 1,35%, что очень близко к результатам расчетов на МДМ США и Уортонской модели (1,23 и 1,10%). С учетом различия периодов это совпадение поразительно.

Влияние роста экспорта (0,64%) существенно больше, чем в МДМ США и в Уортонской модели (0,41 и 0,35%). Это различие может быть объяснено предусмотренным в Мерилендской модели влиянием девальвации доллара.

Временной тренд в уравнениях личного потребления оказывает очень слабое влияние на общие темпы роста. Этот результат вызван тем, что временной тренд используется в большинстве уравнений личного потребления, причем его отрицательное влияние в одних уравнениях компенсируется положительным влиянием в других уравнениях.

Общее влияние изменений технологических коэффициентов также невелико, что соответствует результатам расчетов на МДМ США.

Внутренний эндогенный темп роста в Мерилендской модели, представленный вариантом 5, составляет 1,91%, т. е. существенно больше, чем в других рассматриваемых моделях.

В целом, как показали эксперименты, результаты расчетов на американских моделях весьма близки к результатам, полученным на МДМ США.

При обсуждении результатов расчетов с американскими учеными с их стороны были высказаны следующие замечания.

Во-первых, указывалось, что проведенные расчеты относятся к различным видам конечного использования национального продукта, а не к факторам, определяющим рост общественного спроса.

Во-вторых, была поставлена под сомнение экономическая интерпретация воздействия временных трендов.

В-третьих, отмечалось, что поскольку эксперименты проводились при задании весьма далеких от фактической динамики экзогенных величин, постольку интерпретация полученных результатов не может считаться обоснованной.

Рассмотрим высказанные замечания по существу.

Прежде всего, далеко не очевидно, что полученные результаты относятся к использованию национального продукта. Будь это так, более подходящим был бы традиционный статистический анализ, в котором увеличение государственных закупок непосредственно показывает, какая часть роста валового национального продукта в действительности использована государством. Однако в динамическом анализе рост продукта, вызванный увеличением государственных закупок, включает и другие виды конечного использования (личное потребление и инвестиции), а не только государственные закупки. Данные соображения верны и по отношению к экспорту.

Могут утверждать, что наш анализ показывает полное влияние увеличения экзогенных частей использованного национального продукта на конечное использование продукта. Однако в капиталистической экономике это и есть не что иное, как общий прирост конечного спроса, вызванный увеличением экзогенных элементов. Следовательно, в данном случае мы имеем дело с дальнейшим развитием мультиликационного анализа и его применением к анализу роста общественного спроса, а не с традиционным анализом конечного использования общественного продукта.

Что касается второго замечания, то временные тренды, конечно, имеют различный экономический смысл, так как применяются к различным экономическим явлениям. В производственной функции временной тренд широко используется как показатель технических изменений. Подобно этому возможно использование трендов для анализа различных факторов, влияющих на формирование общественного спроса. Например, в уравнениях личного потребления временной тренд показывает такие изменения потребления, которые не зависят от изменений дохода. В этом случае тренд отражает структурные сдвиги в личном потреблении, которые не могут быть объяснены ростом доходов и определяются скорее появлением новых товаров, изменениями в структуре населения и другими тенденциями.

В эмпирической потребительской функции типа $S_t = a + cY_t + dt$ (где S — личное потребление, Y — доход, а t — временной тренд), приростной коэффициент потребления (c) может представлять как уменьшающийся, так и возрастающий средний коэффициент потребления в зависимости от исходного отношения S/Y . Если c меньше, чем S/Y при $t=0$, то результатом является сокращение S/Y в течение времени. Очевидно, что это может оказывать существенное отрицательное воздействие на рост спроса. Если, однако, имеется автономный временной тренд с коэффициентом $d > 0$, то сокращение S/Y в течение времени может быть компенсировано и даже вообще не наблюдаться в действительности.

Экономическое значение временного тренда в других функциях зависит от природы описываемых процессов. Действительно, важен вопрос о правильном измерении влияния факторов, представленных в каждом случае временным трендом, но это предмет дальнейших исследований.

В ответ на третье замечание укажем, что описанные эксперименты не более далеки от действительности, чем, например, широко применяемое в имитационном анализе предположение о гладком росте экзогенных переменных или практика введения случайных возмущений в прогнозные расчеты. Если бы мы исходили из экзогенных величин, на много превосходящих фактические значения, то это действительно могло бы привести к нереалистическим ситуациям, в которых спрос превосходит производственные мощности. Однако мы во всех случаях предполагали такие экзогенные величины, которые меньше их фактических значений и, следовательно, в наших экспериментах модели действовали в условиях, когда производственные мощности неполностью загружены.

В капиталистических странах работа с эконометрическими моделями до сих пор сосредоточена главным образом на краткосрочных и циклических явлениях, а не на долгосрочном росте. Исследование долговременного роста, напротив, за некоторым исключением концентрировалось на анализе производственных ресурсов. Мы же хотим подчеркнуть возможность использования больших эконометрических моделей для объяснения законов формирования общественного спроса.

В простых моделях отделение экзогенных и эндогенных факторов роста не всегда возможно. Крупная межотраслевая модель по своей математической форме лучше приспособлена для этих целей, так как позволяет более четко отделить циклические влияния от факторов, определяющих долгосрочный рост.

Рассмотрим общий вид решения любой достаточно большой и нетривиальной системы линейных уравнений, описывающих экономическое развитие:

$$Y_t = \bar{Y}(t) + \sum_i A_i \lambda_i^t,$$

где Y_t — валовой национальный продукт в период t ;

\bar{Y}_t — равновесный уровень валового национального продукта в период t , зависящий от структуры системы и от меняющегося значения экзогенных переменных;

λ_i — корни характеристического уравнения, полученного из однородного уравнения $\sum_{k=0}^t a_k Y_{t-k} = 0$, выражающего динамическое изменение величины $Y_t = Y_t - \bar{Y}(t)$;

A_i — удельные веса, определяемые начальными условиями.

Тогда фактический рост валового национального продукта определяется совместным действием экзогенных факторов, представленных $\bar{Y}(t)$, и эндогенных факторов, представленных $\sum_i A_i \lambda_i^t$.

Если все корни λ_i меньше единицы или, в случае комплексно-сопряженных корней, произведения пар таких корней меньше единицы, рост валового национального продукта будет в конечном счете определяться исключительно движением экзогенных переменных.

Если, однако, некоторые из корней λ_i или произведений пар комплексно-сопряженных корней больше единицы, долгосрочный темп роста валового национального продукта будет определяться как экзогенными величинами, так и внутренней структурой модели.

Наш анализ показывает, что межотраслевые модели, описывающие послевоенные достижения экономики США, имеют, по крайней мере, один или два действительных корня $\lambda_i > 1$. В МДМ США — 1970 этот преобладающий корень составляет 1,0038, в МДМ США — 1971 существуют два таких корня, равные 1,017 и 1,018. Корни МДМ США — 1972 были рассмотрены в § 4 главы IV. Имитационные расчеты подтверждают результаты теоретического анализа. Таким образом, в какой-то мере послевоенный рост валового национального продукта определяется специфической комбинацией факторов, объединяющей многочисленные эндогенные элементы американской экономики.

Однако этих внутренних факторов, которые в конечном счете вместе с временными трендами создают среднегодовой темп роста, близкий к 2%, недостаточно, чтобы обеспечить стихийный рост общественного спроса, позволяющего полностью использовать производственный потенциал США. Экономический рост в этих условиях поддерживается увеличением экзогенного конечного спроса, т. е. государственных закупок и экспорта.

При анализе экономического роста, основанном на разных видах производственных функций, часто делается предположение о том, что если дан некоторый темп роста производственных факторов, в частности труда и капитала, то достаточный или близкий к достаточному общественный спрос автоматически создается возрастанием факторных доходов. Описанные выше эксперименты, однако, не подтверждают этот вывод западных авторов.

Аналогичные расчеты проведены с линейным вариантом МДМ США — 1972. При этом использовались две разновидности модели:

(А) с регрессионными уравнениями, в которых имеется отрицательная зависимость от суммарной величины государственных закупок;

(Б) с регрессионными уравнениями, в которых эта зависимость непосредственно не учитывается.

Цель проведенных расчетов заключалась в выяснении степени устойчивости оценок влияния экзогенных факторов при использовании моделей с разной структурой.

Для периода 1949—1969 гг. осуществлены восемь различных вариантов имитационных расчетов, в которых последовательно добавлялись экзогенные факторы и их значения фиксировались на фактическом уровне 1949 г.: в первом варианте — военные закупки; во втором — прочие федеральные закупки; в третьем — за-

Таблица 64

Среднегодовые темпы роста валового национального продукта в имитационных расчетах с моделями МДМ США, %

Вариант расчета	МДМ США—1972 (1949—1969 гг.)		МДМ США—1970 (1948—1965 гг.)
	модель А	модель Б	
0	4,205	4,273	3,66
1	3,765	3,643	3,33
2	3,645	3,474	...
3	3,444	3,193	3,02
4	3,247	2,929	2,78
5	2,616	2,061	2,43
6	1,707	1,133	2,02
7	0,615	0,054	0,38
8	0,273	-0,351	...

купки местных властей; в четвертом — государственное строительство; в пятом — жалованье государственных служащих; в шестом — экспорт; в седьмом — временной тренд в уравнении потребительских услуг; в восьмом — временной тренд в уравнениях заработной платы.

Эти варианты имитационных расчетов сопоставлялись с базовым вариантом, которому присвоен пулевой порядковый номер.

При последовательном закреплении экзогенных факторов среднегодовой темп роста неизменно сокращался. В шестом варианте, отражающем неизменный объем государственных расходов и экспорта, темп снизился до 1,71% в расчетах по модели (А) и до 1,13% по модели (Б) (табл. 64). Следовательно, основной результат аналогичного анализа на МДМ США—1970, а именно, что государственный рынок и экспорт играют наиболее существенную роль в расширении конечного общественного спроса, полностью подтвержден.

Следует иметь в виду, что результаты расчетов по МДМ США—1970 и 1972 не вполне сопоставимы: взяты разные периоды; более ранняя модель не имеет трендового фактора в уравнениях заработной платы. Тем не менее результаты достаточно близки.

Последний (восьмой) вариант расчета по каждой модели характеризует чистое решение однородной конечно-разностной системы, лежащей в ее основе. МДМ США—1970 и МДМ США—1972 (А) обнаруживают приблизительно одинаковый слабый эндогенный рост, а в МДМ США—1972 (Б) он отсутствует.

Сравнение удельных весов отдельных факторов в разных вариантах модели (табл. 65) показывает большую близость результатов расчетов в моделях МДМ США—1972 (А) и МДМ США—1970 и, как правило, существенное их отличие от модели МДМ США—1972 (Б). При сравнении моделей МДМ США—1972 (А) и 1970 выявляется заметное различие в оценках воздействия на среднегодовой темп таких факторов, как фонд жалованья государственных служащих и экспорт. Это объясняется главным образом разницей в увеличении компонентов экзогенного спроса в 1949—1965 и 1949—1969 гг. Абсолютный прирост как валового национального продукта, так и суммарной величины государственных закупок во втором периоде был в 1,36 раза больше, чем в первом, тогда как прирост фонда жалованья государственных служащих был больше в 1,43 и экспорт — в 1,57 раза. Эти различия приходятся на сравнительно непродолжительное окончание второго базового периода, и их мультипликация оказывается достаточно сильной.

Таблица 65

Удельный вес экзогенных факторов в обеспечении среднегодового темпа роста валового национального продукта, %

Фактор	МДМ США—1972		МДМ США—1970
	модель А	модель Б	
Закупки:			
военные	10,46	14,67	9,02
прочие федеральные	2,85	4,00	...
местных властей	4,78	6,58	...
федеральные, кроме военных и местных властей	7,63	10,58	8,47
Государственное строительство*	4,68	6,18	6,56
Жалование государственных служащих	15,01	20,29	9,57
Закупки местных властей, федеральные закупки, государственное строительство, фонд жалования государственных служащих	37,79	51,77	33,60
Экспорт	21,59	21,72	11,20
Временной тренд в уравнении потребительских услуг	25,97	25,25	44,80 *
Временный тренд в уравнениях заработной платы	8,13	9,48	...
Внутренний эндогенный темп роста	6,48	-8,21	10,39

* Вместе с временным трендом в строительстве.

С точки зрения структуры моделей интерес представляет взаимное сопоставление моделей МДМ США—1972 (А) и 1972 (Б), с одной стороны, и 1972 (Б) и 1970, с другой. В первом случае различие структуры сводится к наличию или отсутствию отрицательной связи с государственными закупками. Во втором различие состоит в наличии или отсутствии нелаговых факторов в уравнениях регрессии. В то же время близость результатов расчетов на моделях 1972 (А) и 1970 маскирует их очень различную структуру.

Включение в модель отрицательной зависимости от государственных закупок существенно влияет лишь на оценки воздействия государственных закупок, строительства и жалования государственных служащих, но мало или почти не сказывается на роли экспорта и временных трендов. В целом это отражается на внутреннем эндогенном темпе, который является в модели остаточной величиной. Откуда такое различие?

Когда отрицательная зависимость от государственных закупок вводится непосредственно в уравнение регрессии, тем самым изменяется эффект негативного воздействия налогов на компоненты общественного спроса (при этом делается допущение, что динамика общей суммы налогов приблизительно совпадает с динамикой государственных закупок). Однако это лишь один возможный путь изменения эффекта налогов. В уравнениях модели МДМ США—1972 (Б)

они также присутствуют, но в скрытом виде. Например, в уравнении вида

$$S_t = a + bY_t$$

предельный коэффициент зависимости личного потребления от денежных доходов населения b подразумевает некоторую оценку ставок обложения подоходным налогом:

$$S_t = a + b'(1 - \tau) Y_t,$$

где τ — средняя ставка налога;

b' — действительный предельный коэффициент потребления;

$$b'(1 - \tau) = b.$$

Следовательно, имеются два варианта измерения эффекта налогов:

$$S_t = a + bY_t - cT_t; \quad (\text{МДМ США} - 1972 \text{ (A)},$$

$$S_t = a + b'(1 - \tau) Y_t \quad (\text{МДМ США} - 1972 \text{ (B)}),$$

где T — абсолютная величина собранных налогов.

На примере простой модели можно показать возникающие отсюда различия в действии механизма мультипликации:

$$\left| \begin{array}{l} V = S + G \\ S = a + b - cG \end{array} \right|,$$

где V — национальный доход;

S — сумма личного потребления и накопления;

G — государственные закупки (или налоги).

Тогда

$$\frac{\Delta V}{\Delta G} = \frac{1 - c}{1 - b}.$$

Во втором случае имеем модель

$$\left| \begin{array}{l} V = S + G \\ S = a + b'(1 - \tau) V \end{array} \right|$$

и мультипликатор

$$\frac{\Delta V}{\Delta G} = \frac{1}{1 - b'(1 - \tau)}.$$

В МДМ США — 1972 приблизительные размеры структурных параметров таковы:

$$c = 0,43;$$

$$b = 0,75;$$

$$b'(1 - \tau) = 0,73.$$

Следовательно, первый мультиликатор равен 2,28, второй — 3,7. Общие условия, при которых превышение второго мультиликатора сохраняется, определены соотношением

$$1 - c < \frac{1 - b}{1 - b''},$$

где $b'' = b'(1 - \tau)$.

Если b близко к b'' , что, по-видимому, имеет место в действительности, то правая часть близка к единице и условие сводится к простому требованию

$$c > 0',$$

где $0'$ — величина, близкая к нулю.

Следовательно, модели, построенные на реальной статистике и имеющие прямую отрицательную зависимость от государственных закупок в уравнениях регрессии, должны, при прочих равных условиях, иметь *меньшие мультиликаторы*, чем аналогичные модели, в которых такая зависимость отсутствует.

Учет влияния налогов посредством такой прямой отрицательной зависимости обладает тем недостатком, что он не передает действительного механизма их действия. Налоги, как правило, устанавливаются в виде функций доходов или потоков продукции и, следовательно, их общая сумма меняется при неизменных налоговых ставках. Поэтому вариант модели МДМ США—1972 (Б), в котором усредненные ставки налогообложения учтены в соответствующих коэффициентах регрессии, представляется более реалистическим.

Перейдем теперь к сравнению расчетов на моделях МДМ США—1972 (Б) и 1970, отличающихся включением или отсутствием в уравнениях регрессии нелаговых факторов. Очевидная разница заключается в превышении оценок экзогенных факторов в модели с нелаговыми факторами по сравнению с моделью, где имеются лишь лаговые факторы. Вследствие этого внутренний эндогенный рост в чисто рекурсивных моделях выше, чем в моделях с нелаговыми факторами (где он вообще может отсутствовать). Так, в чисто лаговой линейной модели МДМ США—1971 эндогенный темп составил 1,7—1,8%, или 41% к общему темпу роста экономики.

Причины такого различия заключаются исключительно в структурных особенностях моделей. Обратимся еще раз к общему решению конечно-разностных линейных систем рассматриваемого вида

$$Y_t = \bar{Y}(t) + \sum_i A_i \lambda_i^t.$$

Если в уравнениях таких систем лаги полностью отсутствуют, то их не может быть и в самой системе, следовательно,

$$\sum_i A_i \lambda_i^t \equiv 0,$$

$$Y_t \equiv \bar{Y}(t),$$

т. е. рост объясняется исключительно *экзогенными* факторами.

Если же в уравнениях системы имеются лаги и они существуют также в самой системе, то в принципе возможен рост Y_t , не зависимый от поведения экзогенных переменных.

Следовательно, мы показали, что наличие лаговых величин в уравнениях эконометрических моделей есть *необходимое условие* существования эндогенного темпа роста таких моделей. Высказанные соображения позволяют выдвинуть гипотезу о том, что соотношение между эндогенным и экзогенным ростом возрастает (в пользу экзогенного) при увеличении роли нелаговых переменных в уравнениях модели и наоборот. Рассмотренные экспериментальные данные не противоречат выдвинутой гипотезе.

Если это предположение справедливо, то причину его можно усматривать во влиянии выбора факторов уравнений на суммарную величину их коэффициента. Рассмотрим три уравнения:

$$\begin{aligned} S_t &= a + bV_t; \\ S_t &= a_1 + b_1 V_{t-1}; \\ S_t &= a_2 + b_2 V_t + c_3 V_{t-1}. \end{aligned}$$

Допустим, что коэффициенты b , b_1 , b_2 и c_3 положительны. В рас- тущей экономике $V_t = (1+r)V_{t-1}$, где r —среднегодовой темп роста, и второе уравнение можно представить как

$$S_t = a_1 + \frac{b_1}{1+r} V_t.$$

При прочих равных условиях должно соблюдаться равенство

$$b = \frac{b_1}{1+r},$$

т. е. $b < b_1$.

Третье уравнение сводится к виду

$$S_t = a_2 + \left(b_2 + \frac{c_3}{1+r} \right) V_t,$$

причем $b = b_2 + \frac{c_3}{1+r}$, т. е. $b < b_2 + c_3$.

Следовательно, можно ожидать, что включение лаговых факто- ров приведет к увеличению суммарных предельных коэффициентов положительной зависимости одних макроэкономических перемен- ных от других.

Представим себе модель экономики, в которой отсутствуют экзогенные закупки:

$$\left| \begin{array}{l} V_t = S_t + I_t \\ S_t + I_t = aV_t + bV_{t-1} \end{array} \right|.$$

Здесь динамика национального продукта определяется конечно-разностным уравнением

$$V_t = \frac{b}{1-a} V_{t-1},$$

имеющим решение $V_t = V_0 \left(\frac{b}{1-a} \right)^t$.

В такой модели рост возможен лишь при условии, что $\frac{b}{1-a} > 1$ и, следовательно, $a+b > 1$, т. е. суммарная величина предельных коэффициентов потребления и инвестиций превышает единицу. Это условие не может быть выполнено в модели без лагов, но не противоречит структуре модели с лагами, описывающей растущую экономику.

Введем государственные закупки, но так, чтобы они были всегда пропорциональны налогам, собранным в предшествующий период:

$$\begin{cases} V_t = S_t + I_t + G_t \\ S_t + I_t = aV_{t-1} \\ G_t = bT_{t-1} \\ T_t = cV_t \\ T_t = G_t \end{cases}$$

тогда T — налоги, находящиеся в определенной пропорции b к национальному доходу того же периода, в котором они собраны.

Движение этой системы определяется уравнением

$$V_t = (a + bc) V_{t-1},$$

решение которого имеет вид

$$V_t = V_0 (a + bc)^t.$$

В соответствии с ранее сказанным, $a \approx a'(1+r)$, где a' есть приблизительная суммарная доля личного потребления и накопления в национальном доходе. Очевидно также, что $a' + c \approx 1$. Следовательно, имеем систему уравнений:

$$\begin{cases} 1 + r = a' + bc \\ a' \approx a'(1 + r) \\ a' + c \approx 1 \end{cases}$$

Разрешая эту систему, получаем:

$$b \approx 1 + r$$

Иначе говоря, для поддержания сложившегося темпа роста общественного спроса необходимо, чтобы государственные закупки систематически превышали налоги, собранные в предыдущем периоде, не менее чем на величину темпа роста экономики.

Сделав необходимые преобразования, получаем также

$$S_t + I_t = (1 + r)(S + I)_{t-1} = (1 + r)(V - T)_{t-1}.$$

Таким образом, рост спроса частного сектора возможен лишь при условии, что в каждом последующем периоде этот сектор готов расходовать на личное потребление и накопление больше, чем составляют его чистые доходы (за вычетом налогов) в предшествующем периоде.

Если брать малые временные отрезки (например, месяцы), то создается видимость, что расходы всегда делаются и могут делаться лишь из доходов предыдущего периода (или периодов). Однако, будь это так, рост общественного спроса оказался бы невозможным. Очевидно, что необходимым условием его роста является расходование не только уже полученных, но и еще неполученных доходов. Это условие выполняется вследствие гибкости кредитно-денежной системы, роста относительно автономных источников спроса (государство, экспорт) и сложившегося опыта осуществления предполагаемых расходов.

Допустим, что частный сектор какой-либо страны пытается расходовать в каждом новом периоде на $x\%$ больше, чем его доходы в предыдущем периоде, но эти наметки систематически не выполняются, так что реальный рост находится в вилке (y, z) где $y < 0$ а $z < x$. Тогда постепенно сложится практика, в соответствии с которой этот сектор не будет пытаться расходовать более чем $v(y < v < z)$, а будет ожидать, что недостающую часть возможного увеличения спроса обеспечит рост государственных закупок. В США, как видно из проведенных экспериментов, частный сектор не выявляет ни готовности, ни способности существенно увеличивать свои расходы, если не имеет соответствующей поддержки со стороны государства.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

ГЛАВА VI

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

§ 1. МОДЕЛЬ КАК АНАЛОГ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Согласно общефилософскому определению, *система* есть объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, знаний¹.

Научный анализ системы и, в частности, ее математическое моделирование подразумевают выделение объективно однородных элементов системы, качественное и количественное определение взаимосвязей между отдельными элементами внутри данной системы, а также связей элементов и системы в целом с внешней, т. е. внесистемной средой.

Необходимость системного подхода к решению экономических проблем определяется самой сущностью экономической жизни. Элементы экономической системы, на каком бы уровне дезагрегации мы их ни рассматривали, находятся в тесной взаимосвязи. Эта взаимосвязь может не иметь прямого характера, а прослеживаться через весьма сложную цепочку промежуточных воздействий, часто содержащих временные запаздывания.

Качественное и количественное содержание такого рода воздействий, как правило, не находится на поверхности явлений. Поэтому даже самые квалифицированные экспертные оценки не в состоянии вскрыть всего многообразия реакции экономической системы на те или иные возмущения. Эти очевидные соображения приводят к выводу о необходимости *системного анализа экономических явлений*, весьма эффективным инструментарием которого в настоящее время являются *математические модели экономики*.

При анализе любой системы возможны разнообразные расчленения ее на отдельные элементы. Это определяется совокупностью тех критерии, которые рассматриваются в качестве общих для элементов множества объективных характеристик. Вопрос о выборе та-

¹ См. Большая Советская Энциклопедия, т. 39, с. 158.

ковых критериев определяется, с одной стороны, общими свойствами системы, с другой — задачами исследования.

Например, экономика как система, с одной стороны, может рассматриваться как совокупность отраслей производства. В этом случае в роли критерия дезагрегации выступает качественная однородность выпускаемого продукта. С другой стороны, эта же самая система (экономика) может рассматриваться как совокупность конечных потребителей, тогда в качестве критерия дезагрегации используется способ получения доходов, их удельные размеры и склонность к тому или иному виду потребления.

Системный подход к изучению экономики исторически был связан с переходом от микроэкономических концепций к макроэкономическим. Это означало, что на смену исследованиям свойств и закономерностей функционирования *индивидуального* агента приходит анализ особенностей экономического поведения *совокупного* агента, например, класса капиталистов в целом, а анализ мотивов поведения и формулирование целевой функции отдельного предпринимателя сменяются изучением агрегированных критериев деятельности класса в целом.

Таким образом, макроэкономическую систему можно представить как общность элементов совокупных экономических агентов, взаимосвязанных определенными производственными отношениями.

Пожалуй, первой попыткой представить экономику в виде единой взаимосвязанной системы было создание выдающимся французским ученым XVIII в., одним из основоположников школы физиократов, Франсуа Кенэ его «Экономической таблицы»², которую можно представить в виде следующих балансовых соотношений³:

$$ВП = ЧП + В, \quad (VI.1)$$

$$ЧП + ГИ_{21} = ПР_{13} + ПР_{12} + С_{12}, \quad (VI.2)$$

$$ПР_{12} + С_{12} = ГИ_{21} + ГИ_{23}, \quad (VI.3)$$

$$ЭИ = ГИ_{23} + ПР_{13}, \quad (VI.4)$$

где ВП — валовой продукт;

ЧП — чистый продукт;

В — возмещение затрат;

ПР — поставки продовольствия;

С — поставки сырья;

ГИ — поставки готовых изделий;

ЭИ — экономический излишек. (Индексы обозначают направление потоков продукции, например, индекс «12» — поставки 1-го класса 2-му).

Согласно Кенэ, все общество рассматривается как совокупность трех классов:

1 — производительный класс (крестьяне);

² Кенэ Ф. Избранные экономические произведения. М., 1960, с. 360—370.

³ Другие возможности интерпретации таблицы Ф. Кенэ приведены в книге Немчинова В. С. «Экономико-математические методы и модели» (М., 1965, с. 157—179).

2 — бесплодный класс (промышленные рабочие, торговцы);
3 — класс собственников (землевладельцы, церковь, государь).

В этой системе единственным источником чистого продукта выступает земля как фактор производства. Крестьяне, получая чистый продукт, поставляют продовольственные продукты классу собственников, а также продовольствие и сырье рабочему классу, получая от последнего взамен готовые изделия. Промышленные рабочие, являющиеся, по мнению Кенэ, бесплодным классом, не создают продукта, а только изменяют его форму, поставляя при этом готовые изделия крестьянам и землевладельцам. Таким образом, «экономический излишек» (прообраз прибавочной стоимости) присваивается эксплуататорским классом в виде продовольствия, производимого крестьянами, и готовых изделий, создаваемых рабочими.

Критически анализируя заблуждения физиократа Кенэ, который не смог до конца понять природу создания стоимости и прибавочной стоимости, экономическую роль зарождавшегося рабочего класса, К. Маркс писал: «Эта попытка, сделанная во второй трети XVIII века, была в высшей степени гениальной идеей, бессспорно самой гениальной из всех, какие только выдвинула до сего времени политическая экономия»⁴.

Заслуга Ф. Кенэ в том, что он представил экономику как систему взаимосвязанных элементов — экономических агентов, по-своему описал их производственные отношения; безусловно, самой выдающейся его догадкой было раскрытие категории «экономического излишка» как части стоимости, безвозмездно присваиваемой эксплуататорским классом.

Впервые капиталистическая система воспроизводства как сбалансированная система взаимосвязей нашла свое правильное отражение в работах К. Маркса. Безупречная логика построения теоретических концепций позволила выделить основные агрегированные элементы экономической системы — класс пролетариата и класс капиталистов — и раскрыть сущность их взаимоотношений через потоки материальных ценностей, производимых в I и II подразделениях. Схемы К. Маркса позволяют проследить происхождение и распределение основных элементов стоимости общественного продукта.

Рассматривая проблему реализации и воспроизведения в капиталистическом обществе, К. Маркс неоднократно подчеркивал, что для анализа берется идеальная равновесная схема, тогда как в действительности «свойственные этому способу производства условия нормального обмена... превращаются в столь же многочисленные условия ненормального хода воспроизведения, в столь же многочисленные возможности кризисов, так как равновесие при стихийном характере этого производства — само является случайностью»⁵.

Развитию системного подхода и, в частности, макроэкономического моделирования в экономических исследованиях в значи-

⁴ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 26, ч. I, с. 345.

⁵ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 24, с. 563.

тельной степени способствовали совершенствование системы экономической статистики и появление электронно-вычислительной техники. Первое обстоятельство создало реальную возможность квантификации общетеоретических схем капиталистического воспроизводства, их привязки к конкретно-историческим условиям функционирования той или иной экономической системы. Второе обстоятельство открыло широкие возможности для построения квантифицированных систем большой размерности, что позволило перейти к сложным и в большей степени адекватным реальности экономическим моделям.

Попытаемся представить современную капиталистическую экономику как систему внутренних взаимозависимостей. При этом будем рассматривать достаточно продолжительный интервал времени, чтобы исключить влияние незавершенности производственного цикла и дискретности покупок и платежей.

Весь произведенный за этот интервал времени конечный общественный продукт состоит из следующих основных элементов: товары и услуги, предназначенные для личного потребления, инвестиционные товары, а также специфические товары, не относящиеся к первым двум категориям, например вооружение.

Спрос на внутреннем рынке предъявляется всем населением на потребительские товары и услуги, а также на ту часть импорта, которая представлена потребительскими товарами. Предприниматели предъявляют спрос на инвестиционные товары, как отечественные, так и импортные, для возмещения потребленных в процессе производства капитальных благ и для расширения производства. Государство в форме закупок предъявляет спрос на разнообразные товары и услуги, которые могут быть представлены потребительскими и инвестиционными товарами, а также вооружением. Наконец, иностранные государства предъявляют спрос на экспортные товары и услуги различного назначения.

Вновь созданная в рассматриваемый период стоимость, а также стоимость потребленных капитальных благ распадается на общий фонд заработной платы и жалованья, прибыль корпораций и предпринимателей. Разница между конечным продуктом и национальным доходом составляет амортизационный фонд. Доходы государства, которые используются для покрытия государственных закупок товаров и услуг, формируются за счет налогов, которыми облагаются доходы населения и корпораций⁶.

В первом приближении можно предположить, что доходы, полученные в данный период времени, расходуются на приобретение потребительских и инвестиционных товаров и услуг. Тогда всю экономическую систему капиталистического государства можно представить в виде схемы 1. Если мы отвлечемся от таких важных с экономической точки зрения моментов, как использование сбере-

⁶ Мы оставляем в стороне вопрос о поступлениях в государственный бюджет взносов по социальному страхованию. Вместе с тем мы не рассматриваем трансферты государства.

тасмой части доходов населения в финансировании инвестиционной деятельности предпринимателей, несоответствие амортизационных отчислений фактическому выбытию основного капитала и т. д., то все равно для использования данной схемы в разработке макроэкономических моделей необходимо решить ряд вопросов:

- 1) какое устанавливается соотношение между отдельными видами доходов в каждый данный момент времени;
- 2) какова взаимосвязь между прибылями корпораций и их инвестиционной деятельностью, между расходуемой и сберегаемой частями доходов населения;
- 3) как оказывается стремление правительства к отсутствию существенного разбаланса во внешних операциях и в бюджетном сальдо на соотношении экспорта и импорта и на динамике государственных закупок как по объему, так и по структуре;
- 4) каковы временные запаздывания (лаги) в реализации отдельных взаимосвязанных экономических процессов?

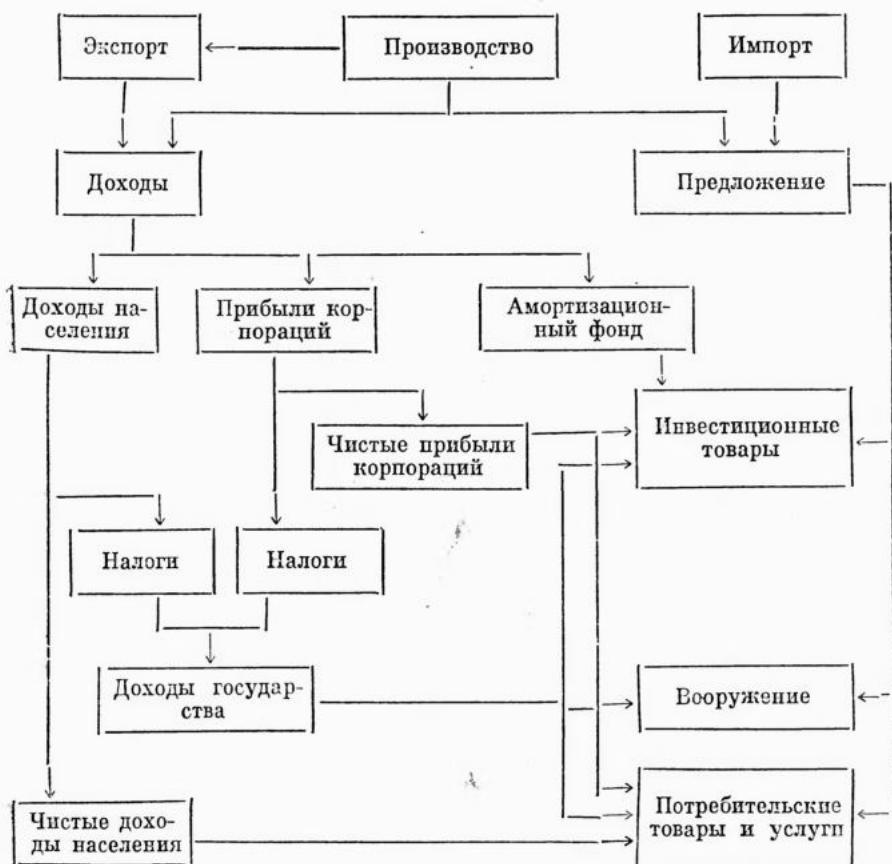


Схема 1.

При решении этих вопросов необходимо также рассматривать воздействие внешних (экзогенных) факторов на характер взаимосвязей в системе. Например, возможности экспорта товаров в значительной степени определяются условиями на внешних рынках (общим состоянием конъюнктуры в странах-импортерах, соотношением внутренних и мировых цен и т. д.). В рамках модели внутренней экономики обычно не удается удовлетворительно описать закономерности изменения такого рода факторов, и в этом случае они задаются экзогенно.

Нестабильность параметров системы во времени, вызываемая циклическим характером развития капиталистической экономики, долгосрочными тенденциями, воздействием случайных и экзогенных факторов, делают необходимым использование при моделировании вероятностных оценок, техники регрессионного и корреляционного анализа.

Макроэкономические модели, используемые в настоящее время для анализа капиталистического воспроизводства, можно разделить на два основных вида: теоретические и конкретно-экономические.

Теоретические модели являются системами математических соотношений, представленных в общем виде и описывающих взаимосвязи в экономике в соответствии с той или иной теоретической концепцией. Они предназначены для анализа самых общих закономерностей капиталистического воспроизводства, кроме того, их разработка — необходимый отправной момент при создании конкретно-экономических моделей.

В отличие от теоретических, *конкретно-экономические модели* предназначены для исследования той или иной экономической системы в данных исторических условиях ее функционирования. Взаимосвязи моделей этого вида определяются не только качественно, т. е. структурой и номенклатурой рассматриваемых факторов, но и количественно, через статистическую квантификацию параметров соотношений.

Из всего многообразия конкретно-экономических моделей можно выделить как отдельный тип *эконометрические модели*. Основной отличительной особенностью этих моделей является применение вероятностных методов количественной оценки параметров взаимосвязей. Структурными элементами эконометрической модели служат регрессионные уравнения, описывающие с определенной вероятностью динамику экономической системы и отдельных ее частей через изменение определяющих экономические процессы показателей.

Модели этого типа получили в настоящее время наибольшее распространение в макроэкономическом моделировании капиталистической экономики как в области научных исследований, так и для решения практических проблем⁷. В основе данной тенденции

⁷ Примером может служить тот факт, что экономическая программа правительства Никсона в значительной степени основывалась на оценках, полученных с помощью малоразмерной эконометрической модели А. Лаффера.

лежит вероятностный характер реализации экономических закономерностей.

Основным положительным качеством эконометрических моделей является то, что они тесно связаны с конкретной экономикой и позволяют проследить функционирование как экономики в целом, так и отдельных ее частей. Структура модели с определенной степенью точности отражает реальную структуру взаимосвязей в экономике, сложившуюся за расчетный период. Сравнительный анализ моделей, рассчитанных на базе разных периодов, позволяет проследить характер изменения внутренних связей в экономике, проверить приемлемость тех или иных теоретических концепций, заложенных в структуре модели.

Модели этого типа обладают относительной автономностью функционирования, т. е. они могут быть составлены как замкнутые системы. В этом случае динамика экономических переменных будет формироваться под воздействием эндогенных связей, а не внесистемных факторов или, по крайней мере, они будут испытывать лишь незначительное воздействие экзогенных переменных на общую динамику системы.

Эконометрические модели позволяют оценить влияние отдельных экономических факторов на экономику в целом, дать количественный и временной анализ эффективности экономической политики и научно-технического прогресса. Они дают возможность сопоставить роль общего и случайного в реализации законов капиталистического воспроизводства, произвести сопоставление альтернативных теоретических концепций. Соответствующий выбор расчетной базы модели и ее структуры позволяет использовать эконометрические модели в качестве инструмента прогнозирования.

Основные недостатки моделей этого типа определяются вероятностным характером составляющих их связей, что существенно снижает адекватность модели реальной экономике. Привязанность модели к расчетной базе усложняет ее применение для исследований за пределами базового периода.

Статистическое требование достаточной длины выборок переменных для расчета корреляции и регрессии приводит к тому, что уникальные явления в каком-либо периоде внутри расчетной базы искают характер взаимосвязей в модели.

Свойство эконометрических моделей мультилицировать случайные ошибки уравнений и неустойчивость параметров уравнений значительно усложняет применение таких моделей для долгосрочного и среднесрочного прогнозирования. Это связано с проблемой правомерности распространения установленных для расчетного периода закономерностей за его пределы при сохранении достаточноной степени достоверности. Однако данное обстоятельство не исключает возможности применения аппарата регрессионного и корреляционного анализов в качестве вспомогательного инструмента при исследовании долгосрочных тенденций.

Ограничено число экономических переменных, вводимых в уравнения модели, т. е. ее размерность, не позволяет иногда соста-

вить из них композицию, достоверно описывающую динамику того или иного показателя. Это положение, а также неизбежность использования ряда величин внеэкономического происхождения приводят к необходимости вводить в модель определенное число экзогенных переменных, что существенно снижает автономность системы.

Наконец, главная сложность в использовании эконометрических моделей заключается в методологии их составления. Аппарат теории вероятностей и математической статистики нейтрален по отношению к экономическому содержанию рассматриваемых переменных. Возникающая при этом возможность установления так называемой «ложной» корреляции или, наоборот, отсутствие в уравнениях важных с экономической точки зрения детерминантов описываемого процесса выдвигают на первый план необходимость предварительного тщательного качественного анализа формализуемых взаимосвязей с позиций экономической теории.

С одной стороны, каждое уравнение должно быть составлено так, чтобы в соответствии с какими-то теоретическими концепциями правая его часть более или менее полно в качественном отношении объясняла динамику переменной в левой части, а с другой — должно быть максимально точное количественное воспроизведение этой переменной. Указанные два критерия иногда не тождественны, поскольку общие закономерности проявляются через композицию случайных процессов и в данный конкретный момент времени количественные отклонения реальных значений от теоретических могут быть весьма значительны.

Поскольку любая эконометрическая модель является математической системой, с той или иной степенью точности воспроизводящей функционирование либо экономической системы в целом, либо какой-то ее части, вполне правомерен вопрос: в какой степени внутренние связи модели адекватны описываемым ими экономическим связям и можно ли полученные результаты рассматривать как продукт взаимодействия экономических показателей или они вследствие взаимодействия внеэкономических факторов?

В сущности, динамика любой экономической переменной за данный ограниченный период времени может быть с высокой степенью точности воспроизведена с помощью математической функции какой-то одной переменной (например, с помощью степенного полинома переменной времени). Однако такая связь будет лишена экономического смысла, и при выходе за пределы расчетного периода нет никаких гарантий точного воспроизведения динамики описываемой переменной.

Аппарат корреляционного анализа, часто используемый в расчете моделей капиталистического воспроизводства, предъявляет ряд требований к исходным данным, выполнить которые в условиях реальной экономики иногда бывает невозможно. В первую очередь сказанное относится к тому, что временные ряды экономической статистики нельзя считать чисто стохастическими.

Проблема построения структуры правой части уравнений усложняется тем, что обычно автор модели ограничен ее размерностью,

т. е. количеством экономических показателей, которые он может ввести в рассмотрение. Поэтому на практике оказывается, что целый ряд весьма важных детерминантов остается вне сферы анализа и степень приближенности формализованных связей к реальным в значительной степени зависит от опыта и знаний исследователя.

Формально корреляционный и регрессионный анализ дает результаты, которые могут быть интерпретированы только в том смысле, что какой-то определенный процент (оцениваемый через коэффициенты корреляции или детерминации) изменений описываемой переменной объясняется изменениями переменных в правой части уравнения, причем таковая связь отсутствует, если коэффициент регрессии получается несущественным. Однако эти результаты сами по себе ничего не говорят о причинной взаимосвязи рассматриваемых величин⁸. Более того, тесная корреляция в определенном промежутке времени между двумя заведомо не зависимыми с экономической точки зрения переменными может создать иллюзию о наличии между ними причинных связей.

Причинно-следственная интерпретация как отдельных уравнений, так и их систем значительно усложняется наличием мультиколлинеарности отдельных экономических показателей, т. е. сходным характером их динамики на определенном отрезке времени. Например, можно выбрать довольно продолжительный интервал времени, когда динамика национального дохода и фонда заработной платы довольно точно совпадает. При этом аппарат корреляционного и регрессионного анализа не позволяет различать их влияние на одну и ту же переменную.

В результате, во-первых, может быть установлена «ложная» корреляция, т. е. корреляция динамики исследуемого показателя с величиной, причинно с ним не связанной, а во-вторых, это приводит к невозможности определения роли отдельного показателя в совокупном воздействии нескольких мультиколлинеарных переменных.

Пожалуй, самый важный вопрос, в который упирается проблема причинной интерпретации математических результатов, это вопрос точности, или оценки ошибок. Без правильного понимания пределов точности моделей, природы и характера их ошибок невозможно сделать какие-либо выводы из полученных результатов. Автор интересных исследований в этой области О. Моргенштерн пишет по этому поводу: «Без знания ошибок ввод экономических данных в быстродействующие вычислительные машины представляет бессмысленную операцию. Экономист не должен полагать, что «правильные» решения многих линейных уравнений и других вычислений типа множественной корреляции обязательно имеют смысл»⁹.

⁸ В этом случае можно полностью согласиться с М. Езекиэлом и К. Фоксом, которые пишут о корреляционном и регрессионном анализе: «Анализ сам по себе никогда не дает истолкования причин и следствий. Он может только установить факты, но для раскрытия смысла этих факторов исследователь должен обращаться к другим источникам» (Езекиэл М. и Фокс К. Методы анализа корреляций и регрессий. М., 1966, с. 491).

⁹ Моргенштерн О. О точности экономико-статистических наблюдений. М., 1968, с. 105.

Особенно важное значение проблема ошибок приобретает при использовании моделей для анализа экономического цикла. Специфика послевоенного развития капиталистической экономики заключается в относительно небольшой глубине кризисных спадов. Поэтому даже при умеренной величине ошибок не исключена возможность того, что какое-либо уравнение будет иметь трендовый характер, а реальная динамика цикла будет формироваться только за счет динамики ошибок. Однако и при удовлетворительных с этой точки зрения характеристиках отдельных уравнений встает проблема суперпозиции ошибок при переходе к конструированию модели как единой системы. В этом случае ошибки отдельных уравнений могут мультилицироваться в системе за счет сложного характера внутренних взаимосвязей и для некоторых периодов времени сложение однозначных ошибок может привести к значительнымискажениям в динамике модели.

Резюмируя сказанное, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, сам по себе аппарат регрессионного и корреляционного анализа не дает однозначных заключений по вопросам о причинности в моделях.

Во-вторых, правомерность причинно-следственной интерпретации полученных результатов определяется корректностью постановки задачи, подразумевающей качественный анализ изучаемого объекта, правильность сделанных предпосылок и оценки свойств выбранного математического аппарата.

В-третьих, нельзя использовать модель и делать с ее помощью какие-либо выводы, не представляя себе, каким уровнем точности обладает математический аппарат модели, и не оговаривая при этом пределов достоверности сделанных заключений.

Рассмотрим проблему разделения переменных в модели на эндогенные и экзогенные. Под *эндогенными переменными* понимаются экономические показатели, динамика которых описывается уравнениями модели и текущие значения которых получаются из решения всей системы. В противоположность им значения *экзогенных переменных*, необходимые для решения модели, задаются в системе извне.

Все современные макромодели капиталистической экономики включают в себя то или иное количество экзогенных переменных. Рассмотрим, в каких же случаях переменные задаются экзогенно.

Во-первых, экзогенными обычно делают целевые переменные. Если, например, данная модель предназначена для оценки влияния на экономику различных вариантов финансовой политики государства, то главные переменные, отражающие эту политику, задаются экзогенно, что позволяет, не меняя структуры модели и алгоритма ее решения, проверить альтернативные гипотезы путем введения в модель различных вариантов экзогенных переменных.

Во-вторых, экзогенно задаются переменные внеэкономического происхождения или отражающие уникальные явления.

И наконец, в-третьих, экзогенно задаются переменные, динамику которых при данном уровне знаний или в силу ограничений, на-

кладываемых размерностью модели, не удается удовлетворительно описать¹⁰.

За исключением первого случая, наличие экзогенных переменных в модели является в целом отрицательным моментом, так как усложняется проблема анализа «чистого» взаимодействия элементов системы, снижается автономность ее функционирования. Практически это означает, что при воспроизведении реальной динамики экономики доминирующим в модели может оказаться влияние экзогенных переменных. Наконец, при прогнозировании на такой модели потребуется научно обоснованная предварительная оценка значительного числа экзогенных величин.

Дискретный характер экономической статистики и связанная с этим дискретная форма уравнений находятся в противоречии с непрерывным характером движения экономической жизни страны. Эконометрики обычно пытаются обойти это препятствие путем введения в связи сложной системы запаздываний (лагов). Наличие несинхронности между отдельными экономическими явлениями — вполне закономерная вещь, однако постулировать стабильность лагов для достаточно длительного периода времени весьма рискованно. Во-первых, развитие средств информации и коммуникации объективно ведет к сокращению продолжительности лагов. Во-вторых, существуют циклические колебания в распределении лагов. Например, в период подъема роль текущей прибыли как фактора, обуславливающего инвестирование капитала, повышается, а роль прибылей прошлых лет понижается.

Поскольку макроэкономические модели имеют обычно шаг в один год или один квартал, проблема оценки лагов в тех или иных связях превращается в самостоятельную и весьма сложную задачу. Особенно важное значение она приобретает при анализе циклической неустойчивости капиталистической экономики, так как система лагов непосредственно связана с формированием периодов колебательных гармоник и является одним из главных циклических элементов в макромоделях¹¹.

Значительные препятствия при работе с моделями возникают из-за математической сложности решения больших нелинейных

¹⁰ Анализируя проблему экзогенных переменных в моделях, американский эконометрист Л. Клейн признает, что «единственной известной сегодня теорией, которая охватывает политику, социологию, экономику и т. д., является теория Маркса, но нет работ по количественному анализу этой теории, которые позволили бы превратить показатели, такие как государственные расходы, в эндогенные переменные» (Klein L. Economic Fluctuations in the United States 1921—1941. New York—London, 1950, p. 2).

¹¹ Значительный интерес при изучении проблемы временной формы зависимостей между отдельными экономическими переменными в плане их циклического движения могут представить исследования, проводимые в США Национальным бюро экономических исследований. Суть их сводится к изучению временных сдвигов между элементами циклического движения целого ряда основных и второстепенных экономических показателей (Burns A., Mitchell W. Measuring Business Cycle. New York, 1946; Moore G., Shiskin J. Indicators of Business Expansions and Contractions. New York, 1967; Zarnowitz V. An Appraisal of Short-Term Economic Forecasts. New York, 1967).

систем. Нелинейность в моделях обычно связана с введением динамики цен, использованием производственных функций, применением таких переменных, как ставки заработной платы, ставки налогообложения и т. д. В этом случае для решения системы прибегают к методу итерации, т. е. пошагового приближения.

Поскольку наличие нелинейных зависимостей приводит к повышению динамической неустойчивости моделей, исключительно важное значение в этих условиях приобретает вопрос о введении ограничений, препятствующих «взрывным» тенденциям в движении системы.

Мы не рассматриваем сейчас многие вопросы, связанные с конкретным эконометрическим моделированием, так как важнейшие из них будут изложены в соответствующих разделах, посвященных проблемам построения и реализации моделей¹².

§ 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Согласно схеме 1, абстрактная система капиталистической экономики может быть дезагрегирована на ряд основных элементов. Первый из них — ресурсы и производство, второй — доходы и спрос. Замыкаются они через соотношение спроса и предложения.

Каждый из этих общих элементов может быть в свою очередь дезагрегирован на составляющие его компоненты. Так, ресурсы рассматриваются как композиция трудовых и производственных ресурсов, доходы дезагрегируются на заработную плату, прибыли, доходы государства и, наконец, предложение и спрос разделяются по своему товарио-материальному составу. Безусловно, каждый из этих элементов взаимосвязан с элементами как своей категории, так и других категорий. Например, текущие производственные ресурсы в значительной степени определяются ресурсами предыдущих периодов и конъюнктурой в области инвестиционных товаров.

Мы будем детально рассматривать общие принципы эконометрического моделирования следующих категорий капиталистической экономики: производство, доходы, потребительский спрос, инвестиционный спрос, экономическая деятельность государства, внешняя торговля. В основу анализа, наряду с результатами собственных исследований, положено обобщение зарубежного опыта эконометрического моделирования экономики США.

Ресурсы и производство. В качестве показателя, отражающего уровень производства, обычно рассматриваются либо так называемые

¹² Европейская экономическая комиссия ООН разослала анкету странам — членам ЕЭК, где, в частности, предлагалось ответить на вопрос: какие главные проблемы стоят на пути дальнейшего расширения применения математических моделей в экономике? Присланные ответы отличались значительным единодушием: на первом месте было улучшение качества статистических данных, на втором — необходимость тщательного изучения причинно-следственного характера взаимосвязей в экономике, далее шли совершенствование математического аппарата и увеличение контингента специалистов, занимающихся вопросами экономического моделирования (*Macro-Economic Models for Planning and Policy-Making*. Geneva, 1967, E(ECE) 665, p. 181—182).

«потенциальные» переменные, либо переменные «реального выпуска». «Потенциальным» называется производство в условиях полного использования ресурсов. В условиях капиталистической экономики понятие полного использования варьирует в зависимости от представлений исследователя, но, как правило, оно подразумевает некоторый уровень безработицы (чаще 3%) и тот максимальный (меньший 100%) коэффициент использования производственных мощностей, который был достигнут в ходе предыдущего циклического подъема. При этом считается, что ресурсы функционируют в условиях реально существующего уровня научно-технического развития.

Таким образом, показатель «потенциальногого» производства соответствует объему выпуска продукции в условиях полного (в капиталистическом понимании) использования ресурсов при отсутствии ограничений со стороны спроса. Иными словами, это тот уровень производства, который могла бы дать капиталистическая экономика в идеальных условиях.

Показатель «реального производства» отличается от «потенциальногого» использованием либо фактического, либо близкого к нему, полученного внутри модели, расчетного уровня использования трудовых ресурсов и производственных мощностей. Показатель «реального производства» отличается от фактического уровня производства, во-первых, на величину случайных отклонений, т. е. вызванных действием внесистемных случайных воздействий, а во-вторых, за счет сознательного воздействия предпринимателей на объем продукции. Второй фактор приобретает важное значение в условиях послевоенной капиталистической экономики, когда ведущие монополии целенаправленно варьируют уровень производства, приводя его в соответствие с движением спроса.

Поэтому можно сказать, что оценки и «потенциальногого», и «реальногого» уровней производства основаны на предположении о том, что производство и, соответственно, предложение целиком определяются объемом использованных ресурсов, что при рассмотрении краткосрочных аспектов движения капиталистической экономики может дать значительные искажения, хотя бы уже за счет циклического характера изменения эффективности использования отдельных видов ресурсов.

Выбор ресурсов, определяющих уровень производства, основан на принятии следующих положений:

$$Y = L \cdot l,$$
$$l = f \left(\frac{K}{L}, T \right),$$

где Y — валовой продукт;

L — живой труд;

l — производительность труда;

K — основной капитал;

$\frac{K}{L}$ — капиталовооруженность труда;

T — фактор, отражающий влияние научно-технического прогресса.

В самом общем виде производственная функция, связывающая изменения в уровне производства с изменениями основных факторов производства, может быть представлена так:

$$Y = a \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot e^{\gamma t},$$

где $e^{\gamma t}$ — экспоненциальная функция времени (*t*), отражающая динамику фактора *T*;

a, α , β , γ — параметры производственной функции, оцениваемые с помощью статистических методов.

Таким образом, производственная функция постулирует положение о том, что объем производства в данный период времени определяется количеством примененного живого и овеществленного в виде средств производства труда, а также уровнем научно-технического развития.

При практической реализации производственной функции в моделях возникает весьма сложная задача, связанная с выбором конкретного статистического материала, который бы правильно отражал сущность отдельных ее переменных. Фактор трудовых затрат в значительно дезагрегированных моделях обычно отождествляется либо с количеством отработанных человеко-часов в народном хозяйстве за определенный период времени, равный шагу модели, либо с занятостью.

Первый показатель, на наш взгляд, более точно отражает реальные затраты живого труда, так как в силу сложившихся в послевоенные годы в американской экономике социальных отношений динамика занятости не всегда соответствует требующейся для данного уровня производства рабочей силе и еще в меньшей степени соответствует фактическим трудовым затратам.

Тот факт, что изменение занятости происходит за счет наименее квалифицированной рабочей силы, находит свое отражение в тенденции общей производительности труда к снижению при сокращении безработицы. Однако этой тенденции противостоит возрастающая в эти периоды интенсификация труда и усиление эксплуатации всего рабочего класса.

Таким образом, производительность труда в капиталистической экономике определяется, во-первых, долговременными тенденциями в развитии производительных сил, что отражается в производственной функции через экспоненциальную переменную времени, во-вторых, зависит от циклически изменяющейся качественной структуры занятости и степени эксплуатации. Наконец, третьим фактором, оказывающим существенное влияние на производительность труда, является его капиталовооруженность, что учитывается в производственной функции через динамику основных фондов.

Весьма сложной задачей является выбор в производственной функции переменной, отражающей движение капитала. Статистика основных фондов в США, рассчитанная методом непрерывной инвен-

таризации, не точно отражает реальную динамику этой переменной, и за большие промежутки времени может накопиться значительная абсолютная ошибка. Американская статистика фондов в отраслевой разбивке не развита, что ограничивает возможности применения производственной функции в межотраслевых моделях.

Кроме того, наличные фонды отличаются не только от реально функционирующих, но также и от того объема мощностей, которые потенциально могли бы функционировать в условиях «полной» занятости. Поэтому при расчете производственной функции большое значение приобретает оценка коэффициента использования производственных мощностей. Хроническая недогрузка основных фондов является имманентной чертой капиталистической экономики, и учет степени их фактического использования играет важную роль особенно при анализе краткосрочных аспектов в движении экономики.

В США величина коэффициента использования производственных мощностей имеет ярко выраженную циклическую динамику. В периоды кризисных спадов объем производства сокращается не только в результате уменьшения занятости, но и вследствие существенного снижения этого коэффициента, причем в послевоенные годы в американской экономике приспособление выпуска продукции к спросу осуществлялось, главным образом, с помощью варьирования загрузки мощностей.

В качестве примера рассмотрим методику расчета производственной функции в модели OBE¹³, где она служит для оценки потенциального уровня производства частного сектора и имеет вид

$$X_c = a \cdot 10^{vt} \cdot (K_p)^\alpha_{-1} \cdot [0,97 (N_L - N_g)]^{(1-\alpha)},$$

где X_c — потенциальный продукт частного сектора;

$(K_p)_{-1}$ — чистые запасы основного капитала на конец предыдущего квартала;

N_L — число лиц наемного труда (без военнослужащих);

N_g — число государственных служащих (без военнослужащих).

Коэффициент 0,97 означает наличие постоянной «нормальной» безработицы в 3%, т. е. циклические флуктуации этой переменной при определении потенциального выпуска не учитываются.

Коэффициенты эластичности рассчитаны по однородной линейной функции с использованием реального продукта частного сектора (X), реальной занятости и примененного капитала, причем последний умножался на WSI (Wharton School Index)¹⁴ — уортонский индекс использования производственных мощностей.

Прямое использование этого индекса в производственной функции привело к нереальным флуктуациям в потенциальном выпуске, так как расчет индекса на базе главным образом динамики промышленного производства приводит к сильным искажениям при его при-

¹³ Liebenberg M., Hirsh A., Popkin J. A Quarterly Model of the United States.—«Survey of Current Business», 1966, № 5, p. 13—39.

¹⁴ Klein L., Summers R. The Wharton Index of Capacity Utilization. University of Pennsylvania, 1966.

менении в оценке валового продукта. Поэтому следующим этапом расчета была регрессия по времени разности:

$$\log X_c' - \alpha \log (K_p)_{-1} - (1 - \alpha) \log [0,97 (N_L - N_g)],$$

где $X_c' = \frac{X}{WSI}$;

α — оцененный выше коэффициент эластичности в производственной функции, который вместе с найденными значениями константы и временного коэффициента образовали систему параметров производственной функции.

При этом получились следующие результаты:

$$a=3,734, \alpha=0,305; \gamma=0,00223.$$

Расчет уортонского индекса использования производственных мощностей построен на базе динамики индексов физического объема продукции 36 отраслей промышленности и сферы услуг, при этом месячные данные агрегируются в квартальные. За исключением 5 отраслей, где имеются непосредственные оценки этого показателя, в остальных применяется так называемый метод «тренд через пики» (trend — through — peaks). В основе этого метода лежит принятие концепции, что производственные мощности в любой отрасли отражают тот максимальный уровень производства в ней, который может быть достигнут в течение короткого промежутка времени, если не будет ограничений со стороны спроса и рабочей силы, при нормальном уровне интенсивности использования основного капитала.

На практике этот максимальный уровень отождествляется с тем пределом, который был достигнут на фазе циклического подъема. В промежутках между циклическими пиками потенциальные уровни оцениваются методом линейной интерполяции (отсюда название «тренд через пики»). Само по себе это допущение является весьма нереальным, так как известно, что в современной капиталистической экономике недогрузка производственных мощностей имеет хронический характер, т. е. даже в годы максимального подъема производства определенная часть основных фондов остается незагруженной. Поэтому окончательные результаты получаются завышенными.

Что касается линейного характера интерполяции в пределах одного цикла, то он тоже является весьма далеким от реальности допущением, так как циклическая динамика накопления такова, что прирост общей величины основного капитала в конце цикла обычно намного превышает этот показатель в начале цикла. Поэтому линейная интерполяция в этом случае кажется нам более приемлемой.

При практической реализации данной методики появляется еще одна сложность — проблема экстраполяции на будущее. Так, реальный объем производства в 1966 г. оказался выше предварительных оценок максимальных возможностей производственных мощностей. Поэтому для расчетов индекса загрузки в последние годы стала применяться линейная интерполяция между последними пиками и текущим уровнем производства, что приводит к необходимости

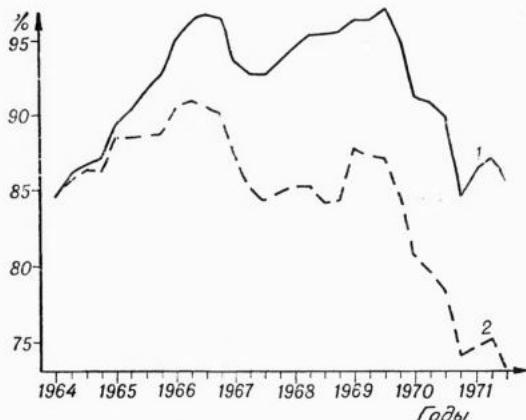


Рис. 1. Динамика уортонского (1) и ФРС (2) индекса загрузки производственных мощностей в промышленности США («United States Capacity Utilization», Third Quarter, 1971; «Wharton EFA», Inc., Philadelphia).

оценке индекса загрузки дают расхождения в абсолютных значениях этой величины но также и в ее относительной динамике. Согласно данным Уортонской школы, индекс загрузки производственных мощностей в 1967 г. был примерно на уровне 1964 г., данные же ФРС свидетельствуют о его сокращении примерно на 13 %.

Введение в производственную функцию поправки на коэффициент использования мощностей, полученный различными методами, приводит к смещению в оценке параметров.

Оценка «потенциального» или «реального» предложения производится в эконометрических моделях для получения основных показателей циклического движения капиталистической экономики — отношения фактического производства к «потенциальному», либо текущего соотношения предложения и спроса. В моделях западных исследователей обычно используется первый показатель. Он фигурирует в качестве детерминанта циклических отклонений в инвестиционных уравнениях, а также уравнениях цен и прибылей.

Рассмотрим некоторые аспекты оценки предложения в макроэкономических моделях.

При анализе современного капиталистического воспроизводства, его циклической динамики исключительно важное значение приобретает оценка регулирования корпорациями объема производства на основе учета движения общей конъюнктуры. Развитие и совершенствование внутрифирменной организации и планирования объективно приводят к возможности оперативно изменять в определенных пределах уровень производства с тем, чтобы привести его в соответствие с динамикой спроса на рынке. Однако возможность такого рода регулирования на уровне корпораций наталкивается на препятствие —

мости пересмотра результатов при получении новых статистических данных.

Несовершенство методики оценок коэффициента использования производственных мощностей становится наглядным, если мы сравним динамику уортонского индекса и аналогичного индекса, полученного Федеральной резервной системой США (ФРС). На рис. 1 приведено движение этих двух показателей за 8 лет.

Очевидно, что различные методики в

не только в абсолют-

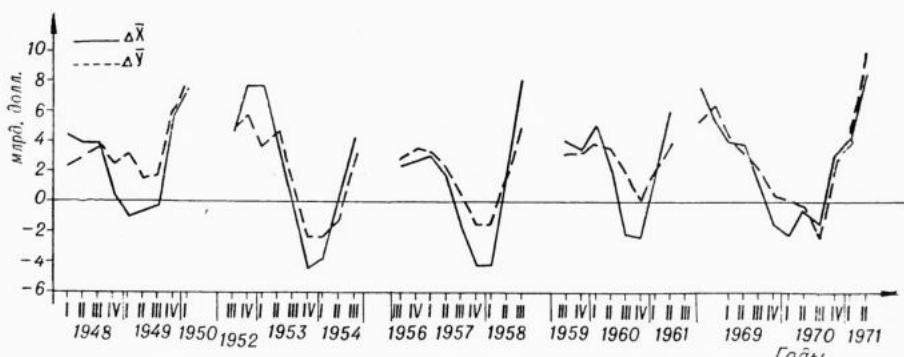


Рис. 2. Динамика средних приростов спроса (ΔY) и предложения (ΔX), млрд. долл. в ценах 1958 г. («Survey of Current Business», 1968—1971; «National Income and Product Accounts of the United States», 1929—1965).

имманентную капиталистической экономике анархию производства в системе в целом, когда, по словам В. И. Ленина, хотя тресты производят товары не анархически, а по учету, но кризисы все же остаются неустранимыми¹⁵.

Поэтому речь может идти только о частичном, а иногда и противоречивом воздействии на ход воспроизводства регулирования уровня выпуска продукции в рамках корпораций. Статистическая информация, публикуемая в печати, не дает прямых данных, которые в полной мере отражали бы объем и динамику целенаправленного регулирования производства¹⁶.

На рис. 2 приведена динамика приростов спроса и предложения в периоды послевоенных кризисов в американской экономике. Спрос отождествляется с объемом продаж (sales), а предложение — с величиной конечного продукта (GNP). Чтобы исключить воздействие случайных отклонений, использовались усредненные за 3 квартала значения приростов:

$$\overline{\Delta X}_t = \frac{\sum_{i=t-1}^{t+1} \Delta X_i}{3}; \quad \overline{\Delta Y}_t = \frac{\sum_{i=t-1}^{t+1} \Delta Y_i}{3}.$$

Анализ движения этих показателей выясняет, что на последней стадии предшествовавших кризисам подъемов сокращение производства, а следовательно и предложения, начинается раньше кризисного падения спроса. Более того, темпы прироста производства в эти периоды сокращаются раньше, чем темпы прироста спроса. Указанный факт свидетельствует о том, что, во-первых, предприниматели стремятся сократить излишки товарных запасов, накопившиеся в ходе циклического подъема, а во-вторых, предвидя в некоторой степени прибли-

¹⁵ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 34, с. 362.

¹⁶ Отдельные данные, поступающие в печать, в целом подтверждают положение о том, что ведущие корпорации в значительных масштабах изменяют свое производство в соответствии с колебаниями конъюнктуры.

жающееся сокращение спроса, они стремятся привести в соответствие с ним уровень предложения, чтобы избежать значительных размеров перепроизводства товаров.

Исходя из этого можно произвести количественную оценку целенаправленного сокращения производства корпорациями в условиях надвигающегося кризиса. Если допустить, что объективно необходимый уровень запасов определяется объемом продаж и долгосрочными тенденциями, вызывающими изменение в соотношении между ними, то можно записать:

$$INV_{dt} = a + bS_t + ct,$$

где INV_d — объективно необходимый уровень запасов;

S — объем продаж;

t — время;

a, b, c — параметры, определяемые с помощью регрессионного анализа.

Один из вариантов уравнения необходимого уровня запасов был оценен на базе квартальной статистики США, при этом получились следующие значения параметров:

$$INV_{dt} = 140,1 + 0,278S_t - 0,174t + u_t.$$

Полученные данные свидетельствуют о наличии весьма существенной зависимости общей величины запасов от уровня продаж, а также о долгосрочной тенденции, появляющейся в снижении уровня запасов, необходимых для обеспечения данного объема продаж (что выражается в отрицательности коэффициента при t).

Динамика случайных ошибок уравнения (u_t), приведенная на рис. 3, подтверждает положение о том, что в периоды подъемов происходит относительное снижение уровня запасов (по отношению к объему продаж), а в периоды кризисов — повышение.

Таким образом, движение запасов определяется тремя факторами: объемом продаж, долгосрочной тенденцией взаимосвязи запасов и продаж и, наконец, циклическим изменением конъюнктуры, приводящим к краткосрочным отклонениям в линейной зависимости между этими двумя показателями.

Поскольку в предшествующий планируемому период времени может происходить накопление излишних запасов, очевидно, что в текущем квартале предприниматели будут стремиться к их реализации, т. е. производство будет планироваться так, чтобы обеспечить необходимый рост запасов с учетом подлежащих реализации накопившихся излишков:

$$INV_{pt} = INV_{dt} - f \sum_i (INV - INV_d)_{t-i}.$$

Соответственно, планируемый уровень производства будет определяться по формулам:

$$X_{pt} = S_{pt} + \Delta INV_{pt};$$

$$\Delta INV_{pt} = INV_{pt} - INV_{t-1},$$

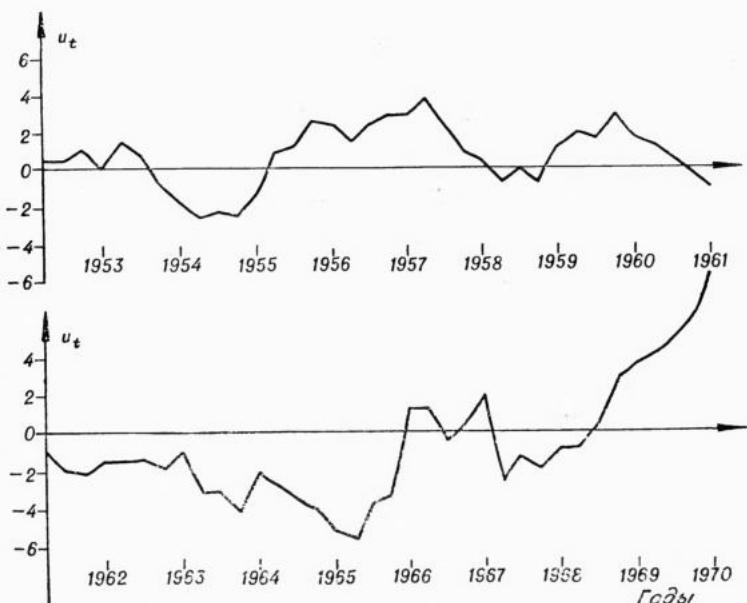


Рис. 3. Циклические отклонения в линейной взаимосвязи запасов и продаж, млрд. долл. в ценах 1958 г.

где X_p — планируемый уровень производства;

S_p — планируемый уровень спроса (продаж);

ΔINV_p — планируемый прирост запасов.

В этой схеме остаются невыясненными два момента: во-первых, планируемый объем продаж, и во-вторых, значения коэффициента f и лага i , так как трудно определить, какую часть накопившихся излишков можно реализовать только за счет сокращения производства.

Если предположить, что нам известны эти данные, например $S_{pt} = S_t$, т. е. предприниматели правильно оценивают объем продаж, $f=1$, $i=1$, т. е. они стремятся полностью реализовать излишки, накопившиеся только за один предыдущий квартал, то мы можем получить значение планируемого уровня производства и сопоставить его с фактическим. Расчетная формула в данном случае будет иметь вид:

$$X_{pt} = (2a - c) + (1 + b) S_t + b S_{t-1} + 2ct - 2INV_{t-1}.$$

Серия расчетов, проведенных с различными оценками параметров уравнения необходимого уровня запасов, показала, что в периоды подъемов абсолютные значения расчетного и реального объемов производства практически совпадают (рис. 4). Что же касается кризисов то политика своевременной реализации накопленных товарных излишков приводит к их смягчению главным образом за счет снижения

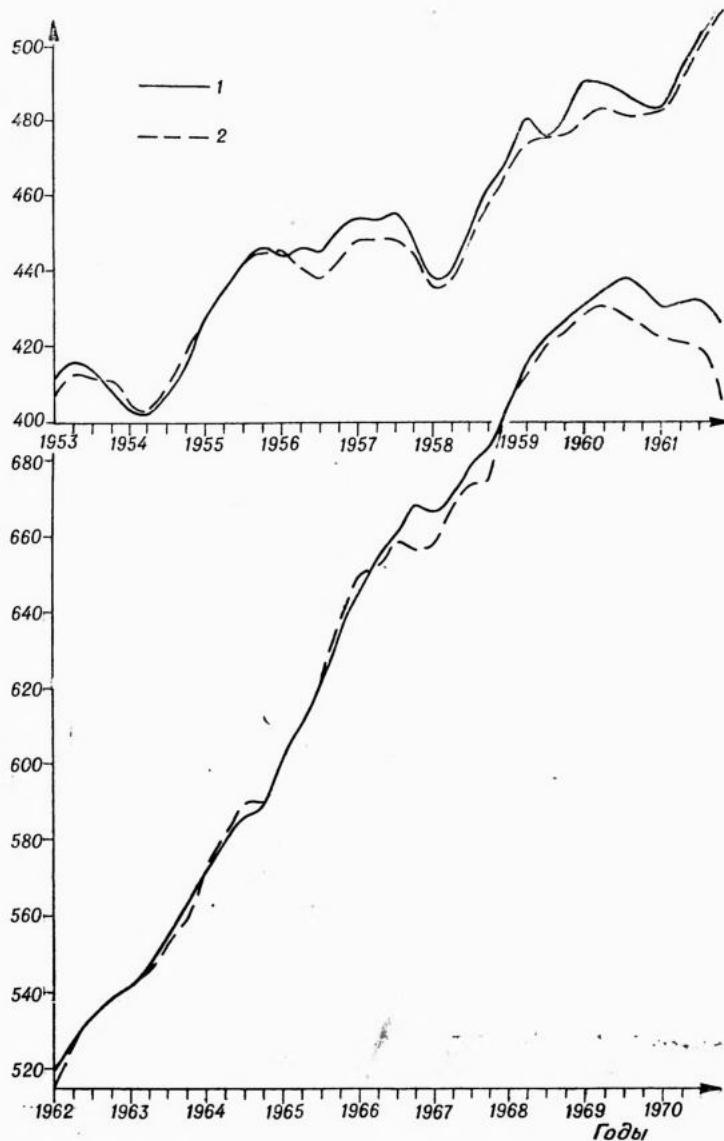


Рис. 4. Изменение реального (1) и расчетного (2) значений GNP, млрд. долл. в ценах 1958 г.

уровня производства непосредственно перед наступлением кризиса. При этом в нижних точках расчетные и реальные значения уровня производства полностью совпадают.

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что осуществление такой упрощенной схемы квартального регулирования уровня производства позволяет смягчить протекание послевоенных

кризисов в американской экономике, однако при этом циклический характер движения производства полностью сохраняется.

В действительности целенаправленное регулирование корпорациями объема производства имеет более сложный и противоречивый характер. Поэтому предложенная схема, хотя она и отражает самые общие принципы такого регулирования, для использования в конкретных эконометрических моделях должна быть усовершенствована с учетом особенностей реального воспроизводства.

Второй аспект оценки предложения с помощью производственной функции подразумевает анализ механизма регулирования объема производства. Если рассматривать относительно непродолжительные периоды времени (2–3 года), то правомерно пренебречь влиянием научно-технического прогресса и соответствующего роста производительности труда, тогда объем производства будет целиком определяться фактически использованным живым и овеществленным трудом.

Регулирование производства подразумевает в этом случае использование следующих рычагов: общего объема основного капитала, который зависит главным образом от динамики инвестиций; коэффициента использования производственных мощностей; количества использованного живого труда.

Изменение объема производства с помощью увеличения или сокращения инвестиций обладает малой эффективностью, если говорить о краткосрочном приспособлении предложения к спросу. Это связано с наличием временных запаздываний в цепи «инвестиции — продукт» и относительно небольшой величиной прироста основных фондов за счет новых капиталовложений. Поэтому для текущего регулирования объема производства предприниматели предпочитают варьировать величину фактически используемого основного капитала (или коэффициента загрузки производственных мощностей) и живого труда. Хотя эти два показателя в долгосрочном аспекте довольно тесно связаны между собой, т. е., например, при сокращении занятости снижается и коэффициент загрузки мощностей, тем не менее в их циклической динамике наблюдаются и некоторые различия.

Эти различия связаны с реальным соотношением классовых сил, которое сложилось в развитых капиталистических странах. Экономическая борьба пролетариата существенно ограничивает регулирование производства посредством сокращения занятости. Поэтому схема целенаправленного уменьшения уровня производства может быть представлена в следующем виде: сначала происходит снижение коэффициента загрузки мощностей, затем уменьшение продолжительности рабочей недели, и при дальнейшем ухудшении конъюнктуры сокращается занятость. В периоды оживления и подъема последовательность мероприятий одна и та же.

Приведенные на рис. 5 кривые показывают, что, если во второй половине 50-х — первой половине 60-х годов индекс производства тесно связан с коэффициентом загрузки мощностей и в движении этих двух показателей наблюдается полная синхронность, то, начиная с 1966 г., прослеживается очевидное опережение в изменении коэффициента загрузки по отношению к уровню производства. Это

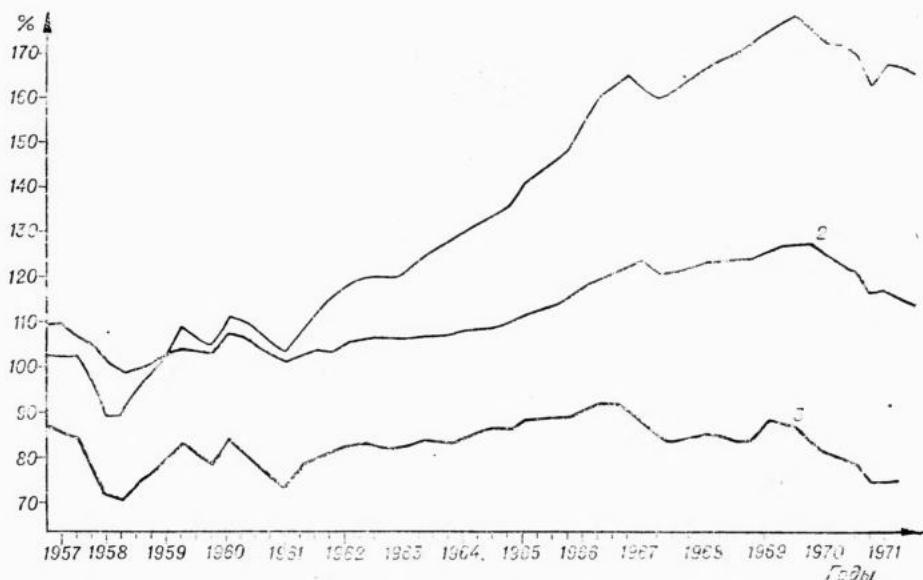


Рис. 5. Индекс производства (I) (1957—1959 г. равен 100), занятости (2) (1958 г. = 100) и коэффициент использования производственных мощностей (3) в обрабатывающей промышленности США.

свидетельствует о том, что капиталисты в условиях ухудшения конъюнктуры стремятся сначала уменьшить издержки за счет сокращения использования наименее производительной части имеющихся у них мощностей.

Что же касается динамики занятости, то характер изменения показателей, приведенных на рис. 5, подтверждает положение о том, что между динамикой производства и занятостью существуют лаговые зависимости, т. е. изменения последней следуют за изменениями в уровне производства с запаздыванием в среднем на 1 квартал.

Рассмотрение взаимосвязей между объемом производства (а соответственно и предложения) и основными его факторами — основным капиталом и рабочей силой — показывает, что в моделировании этой стороны функционирования экономики необходимо учитывать, во-первых, элементы целенаправленного регулирования производства в условиях современного капитализма, и во-вторых, учитывать временные сдвиги и качественные особенности этого процесса.

Доходы. Официальная статистика США всячески затушевывает классовый характер распределения доходов внутри капиталистического общества. Это, с одной стороны, находит свое отражение в том, что в агрегированный показатель общего фонда заработной платы входят как доходы низкооплачиваемых рабочих, так и оклады высокооплачиваемого руководящего персонала корпораций, хотя последние включают часть присваиваемой прибавочной стоимости. С друг-

гой стороны, в категорию дивидендов входят доходы по акциям, получаемые крупными держателями, а также и та часть доходов, которую получают владельцы одной или нескольких акций.

В соответствии с принятой в США системой статистики в национальных счетах все доходы делятся на три основные категории: заработная плата рабочих и служащих, прибыли корпораций и прочие внезарплатные доходы. Согласно уровню дезагрегации модели, они, в свою очередь, могут разделяться следующим образом:

общий фонд заработной платы — на заработную плату рабочих и служащих частного и государственного секторов;

прибыли корпораций — на налоговые платежи, дивиденды, нераспределенную прибыль и поправку на изменение запасов;

прочие внезарплатные доходы — на предпринимательский доход некорпорированного сектора, рентный и процентный доход (два последних — доходы класса землевладельцев и ссудных капиталистов соответственно).

В сумме эти три категории доходов составляют национальный доход. Вычитая из национального дохода прибыли корпораций, взносы по социальному страхованию и прибавляя государственные трансферты и процентные платежи населению, а также дивиденды, можно получить личные доходы. И наконец, если из личных доходов вычесть взносы по личному страхованию и подоходные налоги, получаются чистые доходы населения.

Аналогичная дезагрегация и композиция доходов выполняются и в моделях, что вызвано следующими причинами: во-первых, необходимо выделить отдельные доходные категории в соответствии с их последующим использованием (на личное потребление или на инвестиции); во-вторых, в качестве материальной аргументации деятельности тех или иных экономических агентов обычно рассматриваются категории чистых доходов; в-третьих, вычеты из номинальных доходов в виде страховых взносов и налогов являются теми средствами, которые в основном формируют государственный бюджет.

В основе определения общего фонда заработной платы лежит оценка ставки заработной платы и числа отработанных в экономике человеко-часов. Если вторая переменная целиком определяется общей конъюнктурой (с поправкой на некоторое временное запаздывание), то динамика ставки заработной платы зависит от целого ряда факторов.

Ставка заработной платы оценивается в виде относительного (или абсолютного) годового ее прироста, что связано с продолжительностью коллективных договоров между профсоюзами и предпринимателями. Борьба профсоюзов является основным определяющим фактором в динамике ставки заработной платы, особенно в тех отраслях, где уровень организованности рабочего класса достаточно высок (например, обрабатывающая промышленность). Поэтому основными детерминантами рассматриваемого показателя являются относительная динамика цен на потребительские товары и уровень безработицы. Это объясняется тем, что, ведя борьбу за рост номинальной заработной платы, профсоюзы ориентируются на индекс

стоимости жизни, определяемый главным образом первым показателем. Наконец, эффективность профсоюзной борьбы тем выше, чем более благоприятная для рабочего класса обстановка складывается на рынке труда, что находит свое выражение в уровне относительной занятости (или безработицы).

Интересно отметить, что расчеты, построенные на основе официально публикуемой статистики безработицы, давали неудовлетворительные результаты. Это связано с тем, что количество безработных определяется только через регистрацию на бирже труда, которая не отражает полностью истинного положения. Поэтому в последнее время наметился переход от официальных оценок безработицы к расчетным, которые получаются через отношение числа занятых к определенному проценту от общей численности населения. Последний показатель (в модели *MARK-III*¹⁷ 44% населения) отражает величину трудоспособного населения, которая оказывается больше, чем количество занятых плюс официально зарегистрированных безработных.

Такой подход к оценке конъюнктуры на рынке труда более точно отражает истинное соотношение между предложением рабочей силы и спросом на нее и, соответственно, эффективность борьбы профсоюзов за повышение ставок заработной платы.

Наконец, динамика ставок заработной платы зависит от роста производительности труда. Однако стремление капиталистов к присвоению большей части прироста продукта, вызванного этим фактором приводит к тому, что динамика ставок заработной платы в значительно большей степени определяется борьбой рабочего класса за свои экономические права, чем объективным источником роста ставок, т. е. повышением производительности труда.

Прибыли класса капиталистов, отражаемые в официальной статистике главным образом через категорию прибылей корпораций, являются одной из важнейших переменных в макроэкономических моделях капиталистической экономики. Это связано с тем, что прибыли — основа целевой функции поведения совокупного капиталиста, т. е. правящего класса в буржуазном обществе.

По своей природе эта категория доходов имеет остаточный характер, т. е. она получается как остаток от стоимости общего объема продаж за определенный период времени после вычета амортизационных отчислений, заработной платы, процентных и прочих видов платежных обязательств. Согласно этому, прибыли корпораций и в моделях обычно определяют как остаточную величину, т. е. грубо говоря, как превышение национального дохода над фондом заработной платы. Поскольку данная методика обладает одним существенным недостатком, а именно, переменная прибылей аккумулирует в себе все ошибки неточности системы, возникает проблема самостоятельного (отдельного) моделирования динамики прибылей корпорации.

В этом случае динамику прибылей можно определить как разность между общими доходами корпораций, зависящими от объема

¹⁷ McCarthy M. The Wharton Quarterly Econometric Forecasting Model MARK-III. University of Pennsylvania, 1972.

их производства, и издержками, которые зависят от соотношения ставок заработной платы и цен на продукцию, а также уровня загрузки производственных мощностей. Сложность такого описания переменной прибылей корпораций заключается в том, что перечисленные выше показатели относятся к корпорированному сектору, т. е. в модели необходимо осуществлять дифференцированный подход к целому ряду показателей: разделять их на показатели для корпораций и некорпорированного сектора.

Задача моделирования динамики прибылей усложняется также тем обстоятельством, что для использования данного показателя в последующих расчетах в качестве источника финансирования тех или иных расходов необходимо вводить поправку на изменение товарных запасов в фирмах, т. е. вводить переменную, зависящую от многих противоречивых тенденций в движении конъюнктуры в капиталистической экономике.

Анализируя циклический характер связей в доходах, авторы Бруклинской модели¹⁸ установили следующие закономерности:

1) изменения в доходах в большей мере определяются изменениями в выпуске продукции (и в значительно меньшей степени — ценами);

2) динамика прибылей определяется скорее изменениями в отработанных человеко-часах, чем в ставке зарплаты, и менее всего — динамикой цен;

3) изменение выпуска продукции влияет на динамику прибылей сильнее, чем вариации в количестве отработанных человеко-часов.

Конечный спрос. Так как общая динамика капиталистического воспроизводства определяется не столько развитием производственных сил и возможностями производства, сколько ограниченностью рынка, в основе любой модели капиталистической экономики, особенно кратко- или среднесрочной, лежит оценка конечного спроса, характеризующего возможности реализации продукта.

Главными элементами конечного спроса являются: личное потребление, инвестиции, сальдо внешних операций и государственный спрос на товары и услуги. Наиболее важные из них с точки зрения воспроизводства — потребление и инвестиции, поэтому значительное внимание при построении моделей уделяется определению динамики именно этих переменных.

В основе описания динамики расходов на потребительские товары и услуги лежит гипотеза об их зависимости от реальных доходов населения. Различные вариации в формализации этой гипотезы определяются времененным характером данной зависимости, так как в определенных условиях наибольшее влияние на динамику потребления оказывают текущие доходы, в других условиях — зависимость от доходов предыдущих периодов. И наконец, всегда, хотя и в различной степени, на поведении потребителей оказывается их представление об уровне будущих доходов. Последнее обстоятельство стало заметно

¹⁸ Duesenberry J., Fromm G., Klein L., Kuh E. (ed.) The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States. Chicago—Amsterdam, 1965.

влиять на личное потребление с появлением и широким распространением потребительского кредита.

Можно записать самую общую зависимость потребления от доходов в виде:

$$C_t = bY_t + cY_{t-1} + dY_{t-2} + \dots,$$

где C_t — объем личного потребления в период t ;

Y_t — доходы населения в период t .

При этом коэффициенты b , c , d ... образуют ряд членов бесконечной убывающей геометрической прогрессии, так что их сумма в пределе равна 1,0. Тогда их можно записать как произведения:

$$b=b; c=bq; d=bq^2; \dots$$

Если предположить, что данная зависимость справедлива и для других периодов времени, то

$$C_{t-1} = bY_{t-1} + cY_{t-2} + dY_{t-3} + \dots$$

Подставляя второе выражение в первое, получим

$$C_t = bY_t + qC_{t-1}.$$

Данное преобразование известно как преобразование Коика, и последняя форма описания динамики личного потребления используется в подавляющем большинстве макроэкономических моделей.

Получение в моделях различных категорий доходов, в том числе и чистых доходов, позволяет использовать при описании динамики отдельных видов личного потребления именно те доходы, которые в наибольшей степени определяют поведение потребителей по отношению к данному виду потребительских благ.

Товарная дезагрегация потребительского спроса заключается в выделении в отдельную категорию закупок автомобилей, что особенно важно при моделировании экономики США, и в разделении остальной части на товары длительного пользования (кроме автомобилей), товары краткосрочного пользования и услуги. Моделирование каждого из этих видов потребительских расходов имеет свою специфику. Так, в уравнениях, описывающих расходы на покупку автомобилей, из чистых доходов населения вычитаются такие категории, как пенсии, пособия по безработице и другие виды доходов, которые, как правило, не являются источником финансирования данного вида потребительских закупок. Кроме того, в эти уравнения и уравнения расходов на прочие товары длительного пользования вводятся показатели, отражающие динамику общих запасов товаров данного вида у населения с тем, чтобы отразить эффект циклического насыщения рынка.

Для отражения эффекта перераспределения спроса между отдельными видами товаров под влиянием инфляционных процессов практически во все уравнения потребительских расходов вводятся отношения цен на данный вид товаров к общему индексу потребительских цен.

Значительно более сложным и многообразным является моделирование инвестиционного процесса на макроэкономическом уровне. Сам по себе инвестиционный процесс является ключевым в понимании всего хода капиталистического воспроизводства. Он в решающей степени определяет как циклический характер, так и долгосрочные закономерности в развитии экономики. Однако по своему характеру, по сложности и неустойчивости взаимосвязей с другими экономическими показателями, по своей значительной восприимчивости к флуктуациям экзогенных процессов инвестиционная динамика наиболее трудно поддается математической формализации.

Почти во всех моделях инвестиции так или иначе связываются с прибылями. При этом сложность такого рода взаимосвязи определяется тем, что в инвестиционном процессе прибыли играют двоякую роль. С одной стороны, как писал К. Маркс, «норма прибыли — это движущая сила капиталистического производства; производится только то и постолько, что и поскольку можно производить с прибылью»¹⁹. Даже буржуазные эконометрики признают, что «большинство новых инвестиций делается с целью получить более высокую прибыль, ... прибыли — цель инвестиций»²⁰. С другой стороны, прибыли выступают основным источником финансирования инвестиций. Второй аспект получил особенно широкое распространение в США в послевоенные годы, когда возросшая финансовая мощь корпораций позволила им в значительной степени перейти к самофинансированию, сократив использование заемных средств. Это явление в свою очередь привело к снижению роли нормы банковского процента в инвестиционном процессе.

Двоякая роль прибылей в инвестиционном процессе значительно усложняет временной характер их взаимосвязи с инвестициями. Если прибыли рассматривать как цель инвестиций, то текущее значение последних должно быть связано с прибылями будущих периодов времени, т. е. с ожидаемыми прибылями. А ожидаемые прибыли оцениваются предпринимателями на базе текущей ситуации и перспективных оценок, которые часто носят субъективный характер. Поэтому наиболее вероятной в этом плане должна быть корреляция инвестиций с текущими прибылями, которые влияют на оценку перспектив.

Если рассматривать прибыли как источник финансирования инвестиций, то здесь, безусловно, должна быть лаговая взаимосвязь, поскольку принятие решения об инвестициях и его реализация занимают определенный период времени²¹.

¹⁹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 25, ч. I, с. 284.

²⁰ Tinbergen J. and Polak J. The Dynamics of Business Cycles. Chicago, 1950, p. 166.

²¹ По данным, полученным на Бруклинской модели, средний лаг между спросом на инвестиционные товары (ожидаемые инвестиции) и реализацией инвестиций составляет 7—7,5 кварталов в промышленности товаров длительного пользования (The Brookings Quarterly Econometric Model, p. 76). Значительный интерес при изучении этой проблемы представляет работа: Almon S. The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures.—«Econometrica», 1965, vol. 33, № 1.

Противоречивость и неустойчивость связи между инвестициями и прибылями²² привели к замене в западных макроэкономических моделях прибылей как непосредственного детерминанта инвестиций двумя группами показателей, первая из которых — источники финансирования (как правило, ликвидные активы фирм), вторая — показатели, определяющие инвестиционные планы предпринимателей. Остановимся подробнее на этой второй группе.

В основе выбора детерминантов инвестиционных планов по-прежнему лежит концепция о том, что издержки фирм и объем их продукции выбираются из условий максимизации прибыли. Спрос на инвестиционные товары определяется в данном случае, исходя из необходимости соответствия спроса на капитал, зависящего от общих тенденций в развитии экономики, изменением цен на факторы производства и цен на продукцию.

«Цена капитала», используемая в инвестиционных уравнениях, определяется, грубо говоря, как функция текущих цен на капитальные товары, ставки процента и нормы амортизации. Важную роль в этих уравнениях играет коэффициент загрузки производственных мощностей, который в значительной степени определяет цикличность инвестиционного процесса и заменяет традиционную непосредственную отрицательную зависимость инвестиций от запасов капитала.

Отказ от использования в инвестиционных уравнениях достаточно сложных дезагрегированных моделей переменных, отражающих динамику запасов капитала, связан главным образом с несовершенством соответствующей официальной статистики и, в частности, с отсутствием надежных данных по основным видам фондов в отраслевой разбивке. Причинами такого положения является трудоемкость получения дезагрегированной информации по капиталу и несоответствие амортизационных отчислений фактическому выбытию фондов.

Интересно отметить, что многочисленные расчеты для экономики США показывают незначительность влияния учетной ставки процента на динамику инвестиций, что, как указывалось выше, вызвано увеличением самофинансирования крупных корпораций²³. Это в свою очередь приводит к снижению эффективности государственного регулирования экономики через изменение доступности кредита.

Наконец, в самых последних исследованиях по моделированию инвестиционного процесса широкое применение находят так называемые «распределенные лаги». Иными словами, инвестиции

²² Примером тому может служить развитие экономики США в отдельные периоды 1968 г., когда, несмотря на прекращение роста, а иногда и падение прибылей, инвестиционный процесс развивался довольно высокими темпами. Именно в этом периоде макроэкономические модели США, постулировавшие прямую связь инвестиций и прибылей, работали неудовлетворительно.

²³ Впервые это явление было обнаружено и количественно оценено в работах известного голландского эконометрика Я. Тинбергена (Хансен Э. Экономические циклы и национальный доход. М., 1959, 530 с.).

ставятся в зависимость от значений, например, общего выпуска продукции, за текущий и ряд предшествующих периодов. Оценка коэффициентов при этих показателях осуществляется методом III. Алмон иногда до 20—30 кварталов назад. При этом оказывается, что наибольшее влияние на инвестиционный процесс оказывают переменные, определявшие состояние конъюнктуры за 4—7 кварталов до текущего момента времени.

Особое место в моделях занимает описание инвестиций в жилищное строительство. По своей природе эти вложения отличаются от промышленных инвестиций, так как, во-первых, они не создают производственных фондов, во-вторых, спрос на них определяется в сфере личного потребления, а не производства и, в-третьих, жилищное строительство, например в США, в значительной мере находится в сфере влияния государства. Две первые особенностиближают жилищное строительство с производством товаров длительного пользования, что отражается и на структуре уравнений, описывающих динамику этого вида инвестиций.

Составляя менее 5% конечного спроса, жилищное строительство является одним из самых неустойчивых его компонентов. Резкие колебания в спросе на жилье в сочетании с довольно продолжительным периодом строительства приводят к значительным колебаниям, с одной стороны, в ценах продукции этой отрасли, а с другой — в ставках арендной платы²⁴. Отношение этих двух переменных, наряду с чистыми доходами населения, играет важную роль в уравнении, описывающем динамику жилищного строительства.

Поскольку эта отрасль находится под влиянием государства, которое, в частности, лимитируя уровни арендной платы, нарушает принципы рыночной конкуренции, то приток капиталов и рабочей силы в жилищное строительство имеет тенденцию к возрастанию именно в период низкой деловой активности в прочих отраслях. Это обстоятельство учитывается введением в соответствующие уравнения отношения цен жилищного строительства к ценам в прочих отраслях.

Интересно использование в описании динамики жилищного строительства некоторых демографических переменных. Так, например, обнаруживается довольно высокая корреляция между спросом на жилье и количеством браков в стране. Число заключаемых браков, в свою очередь, существенно зависит от состояния экономики в текущий момент и определяется помимо демографических факторов, уровнем безработицы, особенно среди молодежи.

Внешняя торговля является важным элементом конечной продукции в капиталистических странах. Так, в Японии и ФРГ через внешнюю торговлю реализуется соответственно 13 и 28% конечного продукта. В США, хотя доля экспорта несколько ниже

²⁴ Сложность моделирования инвестиций в жилищное строительство усугубляется еще и тем обстоятельством, что жилищное строительство в капиталистических странах делится по своему назначению на три категории: строительство для личного пользования, для сдачи в аренду и для продажи жилищ. Критерии предпринимательской деятельности в этих трех случаях различны.

(7%), динамика внешней торговли, особенно в последнее время, оказывает существенное влияние на развитие всей экономики, что связано с неустойчивостью положения США на внешних рынках и проблемой платежного баланса.

В макроэкономических моделях неконкурирующий импорт (главным образом, сырьевые материалы) зависит от уровня производства в стране, так как считается, что чем больше выпуск продукции, тем больше потребность экономики в импортном сырье. Импорт готовых изделий рассматривается как элемент потребительского спроса, и поэтому основным его детерминантом является динамика реальных доходов населения. Вторым детерминантом в уравнениях импорта является соотношение цен внутреннего и внешнего рынков на соответствующие виды товаров и услуг.

Объем экспорта в значительной мере зависит от внешних условий, т. е. конъюнктуры на мировом рынке, и в меньшей степени определяется внутриэкономическими аспектами. Так что динамика этого показателя в макроэкономических моделях, как правило, задается экзогенно.

Важным элементом конечного спроса является переменная государственных закупок товаров и услуг²⁵. Его особая роль определяется не столько удельным весом в общем конечном спросе (хотя в США он составляет 1/5 величины последнего), сколько, с одной стороны, внеэкономическим характером динамики государственных расходов, с другой — сильным и противоречивым их влиянием на экономику в целом.

По своему происхождению государственный бюджет формируется за счет налогов — прямых и косвенных, а также взносов по социальному страхованию, которые есть вычеты из доходов населения и корпораций. По своему использованию государственные расходы частично приводят к изъятию материальных ценностей из экономической системы (например, военные расходы). Однако перераспределение доходов и продукта внутри экономики и во времени приводит к тому, что государство может влиять на динамику воспроизводства и занятости. Действительно, через выгодные военные заказы, государственное строительство, льготы и субсидии корпорациям оно может в значительной степени стимулировать на каком-то отрезке времени оживление инвестиционного процесса и конъюнктуру в целом. С другой стороны, рост расходов на содержание вооруженных сил за границей, на поддержание реакционных режимов в других странах приводит к росту цен внутри страны, дефициту платежного баланса и государственного бюджета, сокращению ассигнований на социальные нужды.

Исключительная важность рассмотрения в модели взаимосвязей государства с экономикой обусловлена тем, что одна из основных

²⁵ Надо заметить, что в буржуазной статистике существует элемент двойного счета: заработная плата государственных служащих, составляющая значительную часть ее общего фонда, уже учитывалась при оценке личного потребления. При этом предполагается, что государственные служащие не создают продукта.

задач макроэкономического моделирования — оценка возможностей государственного влияния на экономику в целом и на отдельные ее элементы и разработка вариантов государственной экономической политики.

В частности, одной из основных задач этой политики является обеспечение сбалансированности государственного бюджета, т. е. равенства поступлений в бюджет и расходования средств. Дефицит государственного бюджета, вызванный в США главным образом высокими военными расходами и затратами на поддержание маркетинговых режимов в других странах, приводит к необходимости покрытия дополнительных расходов за счет выпуска государственных облигаций. Это увеличивает количество платежных средств в экономической системе сверх объективно необходимого для ее нормального функционирования уровня, что неизбежно приводит к инфляции²⁶.

В макроэкономических моделях экономики США поступления в государственный бюджет оцениваются сравнительно просто — через ставки налогообложения. Бюджетные расходы разделяются на расходы федерального правительства и местных органов власти. При этом военные расходы определяются как функция от текущих и запрошенных на следующий год средств по финансированию данных расходных статей.

Значительная зависимость государственного спроса от внешнеэкономических факторов приводит к тому, что в большинстве моделей государственные расходы или их отдельные элементы задаются экзогенно.

Цены. Исключительно важное значение во всех макроэкономических моделях имеет система уравнений, описывающих динамику цен. Это объясняется необходимостью приведения в соответствие движения элементов конечного продукта, обычно оцениваемых в постоянных ценах, с основными компонентами дохода, полученными в текущих ценах. Цены — важный элемент циклического движения экономики, их включение в модели играет решающую роль при оценке эффективности государственной экономической политики, особенно в области антиинфляционных мероприятий²⁷.

Почти во всех западных моделях движение индекса цен получается через долю фонда заработной платы в продукте (текущую и средневзвешенную за несколько кварталов). Эта связь называется механизмом действия инфляционной спирали «цены — зарплата». Циклические элементы движения цен определяются в дан-

²⁶ Проблема сбалансированности государственного бюджета рассматривается в § 2 гл. VII.

²⁷ По признанию американских экономистов, «одной из наиболее отчетливо выраженных черт американской экономики, начиная с конца второй мировой войны, было реальное наличие инфляции или боязнь предстоящей инфляции. Вообще говоря, 40-е, 50-е, и 60-е годы были эром инфляции». (Duggal V., Klein L. Guidelines in Economic Stabilization: a New Consideration Wharton Economic Newsletter, Summer, 1971, p. 20).

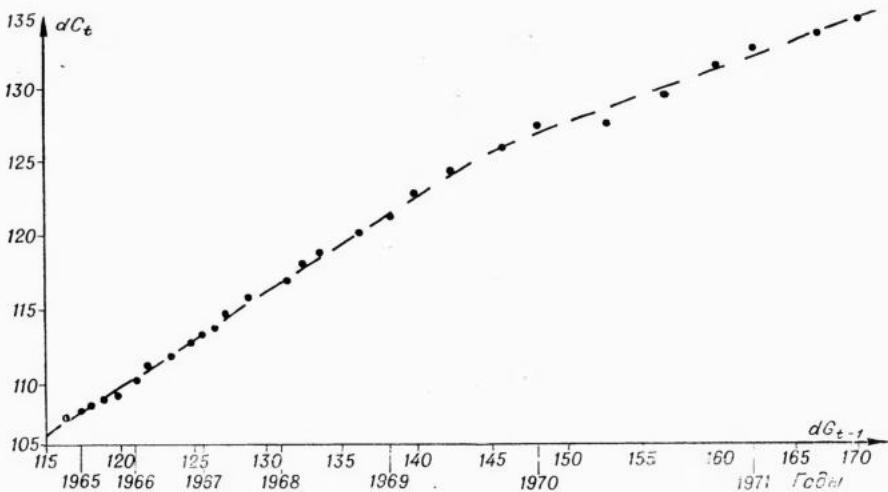


Рис. 6. Зависимость индекса цен на потребительские товары dC_t от лагового индекса цен государственных закупок dG_{t-1} (1958 г.=100), %

ном уравнении через коэффициент использования производственных мощностей. При этом краткосрочные флуктуации в производительности труда не включаются полностью в калькуляцию «нормальной» цены рабочей силы²⁸, а включаются только долгосрочные ее изменения за 3 последних года.

Динамика доли заработной платы в продукте действительно оказывается на движении цен, однако неудовлетворительные результаты функционирования такого типа связей указывают на тот факт, что уравнения такого типа не учитывают ряд важных детерминантов инфляционного процесса. Проведенные нами расчеты для экономики США свидетельствуют о том, что весьма значительное влияние на общую динамику цен оказывает движение индекса цен государственных закупок товаров и услуг. Как показано на рис. 6, индекс цен на потребительские товары имеет тесную корреляцию (для отдельных отрезков времени скорректированный на длину выборки коэффициент корреляции превышает 0,98) с индексом цен государственных закупок предыдущего квартала. Обращает на себя внимание одна особенность приведенных результатов, которая заключается в том, что, начиная с конца 1969 г., характер линейной зависимости между этими двумя показателями заметно меняется,

²⁸ Под «нормальной» ценой рабочей силы понимается отношение часовой заработной платы одного работника к усредненному за 12 кварталов продукту, произведенному одним работником за 1 ч. Реальная цена рабочей силы оценивается как доля заработной платы в единице продукта.

что видно по углу наклона аппроксимирующей прямой. Возможно, это связано или с переходом от фазы экономического подъема к кризису и застою или с повышением заработной платы государственным служащим, которое было в этот период и привело к относительно большему темпу роста индекса цен государственных закупок по сравнению с потребительскими ценами. Объяснение данного явления требует дополнительных исследований. Очевидным остается одно: цены частного рынка тесно связаны с ценами государственных закупок, и инфляция в американской экономике в значительной степени порождается государственной экономической политикой.

Важное место в описании динамики цен занимает соотношение, известное как кривая Филлипса. Эта кривая устанавливает связь гиперболического типа между темпом роста цен и уровнем безработицы в экономике: темп инфляции снижается при увеличении безработицы и наоборот²⁹. Однако в период сильной инфляции в США в конце 60-х годов, которая происходила на фоне экономического кризиса и растущей безработицы, эта связь была нарушена и западные модели давали занижение темпов роста цен.

Дальнейшее совершенствование ценовых уравнений привело к замене в них официального показателя безработицы расчетным (о котором речь шла выше), основанным на принятии фиксированного процента от общего количества населения в качестве показателя рабочей силы. Однако в настоящее время блоки уравнений в моделях, описывающих динамику цен на отдельные виды конечного продукта, являются недостаточно разработанными и их точностные характеристики оставляют желать лучшего.

На этом мы ограничим рассмотрение общих принципов построения эконометрических моделей. Безусловно, описания отдельных связей в каждой конкретной модели значительно сложнее, но рамки данной работы не позволяют проанализировать их специфику³⁰.

²⁹ Данное соотношение является следствием основных закономерностей циклического воспроизведения, открытых К. Марксом, согласно которым цены растут и безработица сокращается в период экономического подъема и движутся в обратных направлениях в периоды кризиса и застоя.

³⁰ Более детальный критический разбор основных внутренних взаимосвязей дан в известных моделях экономики США см.: Чижов Ю. А. Анализ капиталистического воспроизведения при помощи малоразмерных регрессионных моделей.— В кн.: Проблемы построения и использования народнохозяйственных моделей. Моделирование экономики США. Новосибирск, 1971, с. 229—270.

ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Макроэкономические эконометрические модели капиталистической экономики превращаются в настоящее время в необходимый инструментарий экономических исследований как в общетеоретическом плане, так и в области прикладного анализа. Изучение экономических проблем с помощью моделей не может подменить собой общетеоретического качественного анализа вопросов политической экономии, экспертных оценок краткосрочных и долгосрочных тенденций в капиталистической экономике. Однако необходимость системного подхода при исследовании современных экономических проблем, качественная внутренняя разнородность и сложность объекта исследований, необходимость количественного анализа основных закономерностей и соотношений — все это делает эконометрические модели незаменимым инструментом современной экономической науки.

Следует напомнить, что еще в 1873 г. К. Маркс писал в письме к Ф. Энгельсу: «Дело в следующем: ты знаешь таблицы, в которых цены, учетный процент и т. д. и т. д. представлены в их движении в течение года и т. д. в виде восходящих и нисходящих зигзагообразных линий. Я неоднократно пытался — для анализа кризисов — вычислить эти up and downs как неправильные кривые и думал (да и теперь еще думаю, что с достаточно проверенным материалом это возможно) математически вывести из этого главные законы кризисов¹».

Вместе с тем применение моделей в экономических исследованиях должно подразумевать функциональную ограниченность данного инструментария. Модели не являются универсальным методом решения всех экономических проблем, они имеют строго определенную область применения в границах достоверности суждений, полученных с их помощью.

Представляется полезным разделить методологические аспекты анализа экономических проблем с помощью моделей на несколько групп, различающихся по целям и средствам их достижения. К первой группе исследований относится изучение как в долгосрочном, так и в краткосрочном историческом плане динамики экономических переменных и их взаимосвязей на базе анализа отдельных уравнений и элементов модели.

Ко второй группе относится анализ динамических свойств модели как единой системы, отражающей циклическую неустойчивость

¹ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 33, с. 71—72. К этому можно заметить, что П. Лафарг писал в воспоминаниях о К. Марксе: «Он считал также, что наука только тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой» (Лафарг П. Воспоминания о Марксе. М., 1967, с. 11).

капиталистической экономики, и динамики отдельных ее элементов.

И наконец, к третьей группе можно отнести использование модели в целом как аналога изучаемой капиталистической экономики в целях имитации тех или иных вариантов развития как в прошлом, так и в будущем. Рассмотрим подробнее методологию этих направлений в исследованиях.

§ 1. АНАЛИЗ ОТДЕЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Анализ отдельных уравнений или групп уравнений, связанных между собой некоторой функциональной общностью, позволяет использовать метод абстрагирования при изучении отдельных элементов экономической системы. Каждое отдельно взятое уравнение модели представляет собой формализованное отражение какой-либо внутриэкономической связи, при этом детерминанты его правой части являются внешними (экзогенными) для данного уравнения.

Изучение структуры уравнения, значений его параметров и точностных характеристик позволяет судить о количественном и качественном характере описываемых взаимосвязей.

Оценка качества отдельных уравнений производится по ряду их статистических характеристик, а именно по стандартным ошибкам уравнения и отдельных его параметров и коэффициентам множественной детерминации², причем эти показатели должны быть скорректированы на длину выборки.

Наиболее важным критерием в оценке точностных характеристик уравнения является его стандартная ошибка, хотя ее абсолютное значение само по себе ни о чем не говорит. Принятая в западных моделях практика сопоставления стандартных ошибок с абсолютным значением измеряемой величины³ представляется нам неправомерной. Если мы будем сравнивать, например, уравнения, описывающие динамику переменных с примерно равными абсолютными значениями, но различными пошаговыми изменениями, то окажется, что при одинаковой величине стандартной ошибки одно из них (с более высоким темпом роста) будет удовлетворительно воспроизводить динамику описываемой переменной, в то время как второе уравнение, у которого стандартная ошибка соизмерима с величиной пошагового приращения переменной, может не только значительно искажать динамику, но даже изменять направление движения переменной.

Поэтому представляется более правомерным при оценке точностных характеристик уравнения сравнивать его стандартную

² Помимо этих характеристик, иногда используются дисперсия, частные и множественные коэффициенты корреляции. Однако и предлагаемый набор достаточно представлен для однозначной оценки качества уравнения. О технике расчета этих показателей см.: Езекиэл М. и Фокс К. Методы анализа корреляций и регрессий. М., 1966, 558 с.

³ См., например, описание модели ОВЕ («Survey of Current Business», 1966, № 5, р. 23), а также Уортонской модели (Klein L., Evans M. Econometric Gaming—Playometrics for Economist (rotaprint), 1966, p. 62).

ошибку со средним значением пошаговых приращений. При этом желательно, чтобы отношение данных величин было меньше 0,3. Эта оценка выбрана на основе результатов расчетов мультипликаторов ошибок в моделях⁴, значения которых на практике лежат в пределах 1,5—3, т. е. выполнение указанного условия гарантирует (с учетом усреднения), что эффект мультиплексии не приведет к значительным искажениям в динамике описываемых переменных.

Однако при исследовании динамики основных показателей в пределах экономического цикла нельзя ограничиваться оценкой только стандартной ошибки уравнения, необходимо анализировать весь ряд случайных ошибок, так как может оказаться, что экономические спады при их относительно малой глубине могут воспроизводиться моделью только за счет ошибок, а не взаимодействия экономических показателей и при этом стандартная ошибка уравнения может быть относительно небольшой.

Соотношение стандартной ошибки уравнения и пошаговых изменений описываемой переменной находит свое отражение в коэффициенте множественной детерминации. Желательно, чтобы величина этого показателя была в пределах 0,9—1,0. На практике в моделях, особенно сильно дезагрегированных, часто не удается выполнить данное условие. Это не означает, что такая модель является непригодной для экономических исследований, однако пределы достоверности суждений, сделанных на основе модели, сужаются. Проблема усложняется еще и тем, что нет данных по количественной оценке мультипликаторов ошибок для больших моделей.

Сам по себе коэффициент множественной детерминации показывает, какая доля изменений описываемой переменной объясняется изменениями переменных в правой части уравнений. При этом необходимо учитывать, как и в случае стандартной ошибки, поправку на длину статистической выборки.

По стандартной ошибке и коэффициенту множественной детерминации можно судить о точностных характеристиках уравнения. Наряду с этим должен рассматриваться коэффициент фон Неймана, отражающий наличие или отсутствие автокорреляции случайных ошибок уравнения. Наличие такой автокорреляции свидетельствует о существовании неучтенных в данном уравнении связей, которые оказывают устойчивое влияние на динамику описываемой переменной, и таким образом нарушается предположение о случайному характере ошибок уравнения, о котором речь шла выше. Поэтому достоверность отражения реальности таким уравнением снижается. В американских моделях вместо коэффициента фон Неймана часто используется коэффициент Дурбина—Уотсона, отличающийся от предлагаемого только поправкой на длину выборки, которая для

⁴ Эти расчеты были проведены нами на малоразмерных (до 8 уравнений) моделях экономики США для динамики конечного продукта и его основных элементов. Мультиплексиатором ошибки называется величина изменения какого-либо экономического показателя, вызванного единичным приращением случайной ошибки данного уравнения.

Коэффициенты Дурбина—Уотсона (при 5%-ной вероятности) *

Количество наблюдений T	$K=1$		$K=2$		$K=3$		$K=4$		$K=5$	
	P_1	P_2								
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

* Считается, что автокорреляция ошибок уравнения отсутствует, если расчетное значение коэффициента, определяемого по формуле

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^T (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T u_t^2},$$

лежит в пределах от P_2 до $(2A - P_2)$, где A — центр симметрии, равный $\frac{2T}{T+1}$.

Существует положительная корреляция, если $DW < P_1$, отрицательная корреляция, если $DW > (2A - P_1)$, и нельзя дать определенного ответа, если $P_1 < DW < P_2$ и $(2A - P_2) < DW < 2A - P_1$. K — число независимых переменных в правой части уравнения, u_t — ошибка уравнения.

каждого данного уравнения является постоянной величиной. Здесь приводится таблица критериев для коэффициента Дурбина—Уотсона, заимствованная из работы К. Криста⁵ (табл. 66).

Если все же не удается избавиться от автокорреляции ошибок уравнения (это часто бывает, когда исследователь ограничен небольшим числом переменных, которые могут быть введены в рассмотрение), для оценки степени снижения достоверности суждений, сделанных на базе такого уравнения, предлагается использовать метод, разработанный Г. Волдом⁶. Суть метода заключается в снижении уже полученных значений стандартных ошибок как всего уравнения, так и отдельных коэффициентов регрессии в α раз, причем

$$\alpha = \sqrt{1 + 2r_1 + 2r_2 + \dots},$$

где r_1 — коэффициент корреляции между смежными значениями ошибок уравнения;

r_2 — коэффициент корреляции между ошибками, отстоящими друг от друга на 2 временных интервала, и т. д.

⁵ Christ C. Econometric Models and Methods. New York—Sydney, 1966.

⁶ Wold H. Demand Analysis, 1953, p. 211.

Наконец, последним статистическим критерием регрессионного уравнения является набор соответствующих стандартных ошибок его коэффициентов. Этот показатель отражает тесноту корреляции между зависимой и каждой данной в правой части переменной. Величина самого коэффициента регрессии в значительной степени зависит от соотношения абсолютных значений этих двух переменных и от единиц их измерения. Поэтому для оценки роли, которую играет данная переменная в формировании общей динамики уравнения, используется отношение величины коэффициента регрессии к его стандартной ошибке, причем корреляция считается тем более тесной, чем это отношение больше. Опыт практических расчетов показывает, что, если отношение меньше или равно единице, то удаление этой переменной из правой части уравнения не ухудшает точностных характеристик уравнения, рассчитанного на базе оставшихся переменных.

Однако отсутствие частной корреляции между двумя экономическими переменными еще не означает, что между ними нет функциональной связи. Вполне возможно, что эта связь имеет более сложный характер или опосредуется другими экономическими показателями и может быть обнаружена, если ввести их в рассмотрение⁷.

Например, если коррелировать личное потребление и прибыль, т. е. доходы класса капиталистов, то корреляция между ними будет отсутствовать, а если эту связь дополнить доходами, полученными в виде заработной платы, процентов, ренты и т. д., то соответствующие значения отношений коэффициентов регрессии к их стандартным ошибкам будут равны 20,7 (для фонда заработной платы) и 6,5 (для прибылей)⁸.

Использование анализа отдельных связей с учетом сделанных выше оговорок открывает широкие возможности для исследований в области изучения взаимозависимостей в экономике как в историческом аспекте, так и для выявления новейших тенденций в их изменении. Вообще же анализ отдельных уравнений может рассматриваться, с одной стороны, как самостоятельный аппарат исследований, с другой — как предварительный этап изысканий по разработке эконометрических моделей.

⁷ «Исследователи думают, что они правильно поступают, когда изучают зависимость данной переменной, скажем, цены товара, от нескольких факторов, пренебрегая теми из них, корреляция с которыми не проявляется, и отбирая для анализа множественной корреляции лишь те факторы, простая корреляция с которыми высока... эти действия могут привести к пренебрежению такими факторами, с которыми цена действительно связана и действие которых может обнаружиться лишь после устранения влияния других находящихся во взаимодействии факторов». (Езекиэль М. и Фокс К. Методы анализа корреляций и регрессий, с. 211).

⁸ Расчеты были проведены для поквартального изменения этих переменных в экономике США в послевоенный период.

§ 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДЕЛЕЙ

Под динамическими свойствами модели мы будем понимать, во-первых, характер взаимодействия ее эндогенных переменных, во-вторых, соотношение факторов (эндогенных, экзогенных и случайных), формирующих общую динамику решений, и в-третьих, значения импульсных и распределенных мультипликаторов экзогенных переменных.

Любая линейная эконометрическая модель может быть записана в следующем виде:

$$A(L)Y + BX = U,$$

где Y — матрица эндогенных переменных;

X — матрица экзогенных переменных;

U — матрица случайных отклонений;

A и B — матрицы параметров;

L — оператор сдвига, т. е. $L_i y_t = y_{t-i}$.

Взаимодействие эндогенных переменных модели определяется при условии, что

$$BX - U = 0.$$

В этом случае модель может быть представлена в таком виде:

$$y_{1,t} = \alpha_1 y_{1,t-1} + \beta_1 y_{2,t-1} + \dots + \varepsilon_1 y_{n,t-1};$$

$$y_{2,t} = \alpha_2 y_{1,t-1} + \beta_2 y_{2,t-1} + \beta_3 y_{3,t-1} + \dots + \varepsilon_2 y_{n,t-1};$$

$$\vdots$$

$$y_{n,t} = \alpha_n y_{1,t-1} + \beta_n y_{2,t-1} + \dots + \varepsilon_n y_{n,t-1},$$

где α , β , ε — параметры системы.

Если в уравнениях присутствуют эндогенные переменные с лагом, превышающим шаг модели, то приведение модели к вышеуказанному виду осуществляется с помощью использования дополнительных переменных. Например, уравнение

$$y_{1,t} = \alpha y_{2,t-1} + \beta y_{3,t-2}$$

преобразуется в систему двух уравнений:

$$y_{1,t} = \alpha y_{2,t-1} + \beta y_{3,t-1}^*,$$

$$y_{3,t}^* = y_{3,t-1}.$$

Затем методом Данилевского находится характеристическое уравнение, соответствующее данной модели, и по характеристическому уравнению методом Мюллера находятся его корни*. Решение эн-

* Программы соответствующих операций описаны в «Руководстве к пользованию системой «АЛЬФА» под ред. И. В. Потосина (Новосибирск, 1968, с. 132—133).

дногенной однородной системы относительно какой-либо переменной будет иметь вид

$$y_t = \sum_{e=1}^n D_e \lambda_e^t,$$

где λ_e — корни характеристического уравнения;

D_e — постоянные коэффициенты.

Для предварительной оценки порядка характеристического уравнения, т. е. величины максимального лага эндогенной переменной, нами была разработана следующая методика. Предположим, что имеется модель, состоящая из n линейных конечно-разностных уравнений и тождеств, причем A — величина максимального лага эндогенных переменных в системе. Расширим теперь эту систему путем дописывания дополнительных уравнений, получающихся путем понижения на один, два и т. д. порядков лага каждого исходного уравнения так, чтобы максимальный лаг в каждом уравнении был равен A (порядок лага берется по абсолютной величине).

Обозначим через C_i количество уравнений в исходной системе, которые содержат переменные с лагом не выше i ; через A' — максимальный лаг переменной (в расширенной системе), относительно которой решается система; через n_i — число эндогенных переменных в расширенной системе, имеющих лаг i .

Тогда порядок характеристического уравнения (S) определяется по формуле:

$$S = A - A' + \sum_{i=1}^{A'} n_i - \sum_{i=0}^{A-1} C_i (A - i).$$

Если предположить, что все эндогенные переменные в расширенной системе встречаются с полным набором лагов от 0 до A (что на практике иногда имеет место), то эта формула упростится до вида

$$S = nA - \sum_{i=0}^{A-1} C_i (A - i).$$

Рассмотрим различные варианты решения характеристического уравнения.

I. Все корни вещественные. В этом случае в решении доминирующим членом будет тот, который содержит максимальный по абсолютной величине корень. В зависимости от того, больше или меньше 1,0 его абсолютное значение, процесс при росте t будет взрывным или затухающим соответственно. При отрицательном значении доминирующего корня процесс будет знакочередующимся (но не колебательным в обычном понимании). Экономическая интерпретация такого решения едва ли имеет смысл.

II. Все корни комплексные. Это может иметь место в том случае, если S — четное, при этом все корни будут составлять пары комплексно-сопряженных чисел вида

$$\lambda_{k,j} = \alpha + \beta i.$$

Каждая пара комплексных корней дает решение следующего вида

$$Y(t) = Ar^t \cos(\theta t - B),$$

где A и B — постоянные, определяемые из начальных условий

$$r = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}; \quad \Theta = \arctan \frac{\beta}{\alpha}.$$

Решение в этом случае будет представлять собой суперпозицию отдельных гармоник, каждая из которых определяется отдельной парой корней, а амплитуда колебаний и сдвиг по фазе будут зависеть от начальных условий.

Доминирующей в этом решении будет гармоника с наибольшим значением r , при этом колебания будут затухающими при $r < 1$ и взрывными при $r > 1$.

III. Корни действительные и комплексные. Это наиболее реальный случай, который представляет собой сочетание первых двух. Доминирующим членом здесь будет действительный, если $|\lambda_{\max}| > r_{\max}$, или комплексный, если $r_{\max} > |\lambda_{\max}|$.

Решение будет представлять собой суперпозицию монотонных и колебательных решений, причем возможны 4 варианта:

1) $|\lambda_{\max}| < 1, r_{\max} < 1$ — затухающее решение с затухающими колебаниями;

2) $|\lambda_{\max}| > 1, r_{\max} < 1$ — взрывное решение с затухающими колебаниями;

3) $|\lambda_{\max}| < 1, r_{\max} > 1$ — затухающее решение с взрывными колебаниями;

4) $|\lambda_{\max}| > 1, r_{\max} > 1$ — взрывное решение с взрывными колебаниями.

Графический случай при $r_{\max} = 1$, соответствующий незатухающим равномерным колебаниям, может выполняться как усредненная тенденция по нескольким циклам.

Рассмотрим теперь экономическую интерпретацию полученных результатов. Если мы абстрагируемся от влияния экзогенных величин и случайных ошибок, то динамика, полученного нами решения как результат взаимодействия эндогенных переменных будет соответствовать циклической динамике реальной экономической системы.

На основании этого анализа мы можем сделать вывод, присущи ли данной экономической системе периодические колебания, возникающие как результат взаимодействия во времени отдельных ее экономических показателей, или нет. А если такие колебания присущи системе, то каковы их амплитудные и фазовые характеристики, какими циклическими элементами они порождаются?

Период колебаний такой системы оценивается по доминирующей гармонике следующим образом:

$$T = \frac{2\pi}{\Theta}$$

и получается в единицах времени, равных шагу модели.

Колебания в линейной эконометрической модели могут иметь три источника — экзогенный, случайный и эндогенный. Первый из них целиком определяется динамикой экзогенных переменных, и в том случае, если эти переменные имеют циклический характер движения, их мультиплективное воздействие на всю систему может привести к циклическим колебаниям.

Случайные переменные оказывают двоякое воздействие на динамику системы. Поскольку они, с одной стороны, являются результатом воздействия неучтенных в модели факторов, то в том случае, когда эти факторы имеют циклический характер изменения, их воздействие на систему аналогично воздействию экзогенных переменных. С другой стороны, случайные переменные отражают чисто стохастические явления, что предопределяет их нормальное распределение. В этом случае взаимодействие случайных процессов также может приводить к возникновению колебаний¹⁰, однако экономическая интерпретация такого рода колебаний представляется затруднительной.

Наконец, эндогенные колебания порождаются взаимодействием внутренних переменных модели и определяются значениями параметров и структурой связей. Наиболее распространенные формы циклических связей основаны на взаимодействии запаздываний (лагов) в системе и введении аккумуляционных переменных, параметры при которых дают отрицательную обратную связь. Например, основной капитал образуется за счет накопления чистых инвестиций, однако спрос на инвестиционные товары снижается при значительном увеличении производственных фондов. Механизм функционирования такой связи приводит к периодически сменяющим друг друга периодам высокой и низкой инвестиционной активности. Аналогично воздействие фонда товаров длительного пользования на руках у населения на потребительский спрос на эти товары.

Покомпонентный анализ циклической динамики экономики позволяет ответить, во-первых, на вопрос, насколько точно данная модель воспроизводит реальное движение основных экономических показателей и является ли это результатом внутреннего взаимодействия элементов системы или порождается влиянием экзогенных и случайных факторов.

Помимо оценки собственных свойств модели покомпонентный анализ дает возможность проанализировать характер развития эко-

¹⁰ Доказательство этого см. Слуцкий Е. Избранные труды. М., 1960, с. 99—133.

номики в условиях конкретного многообразия какого-либо периода времени, а именно, ответить на вопросы, какова была роль данной экзогенной переменной в изменении других экономических показателей, какие из неучтенных в модели факторов оказали существенное воздействие на развитие экономики в данный момент.

Мы далеки от фетишизации получающихся при анализе динамических свойств системы количественных результатов, особенно по оценке амплитудных характеристик процесса, так как заложенные в расчеты статистические данные обладают определенной погрешностью, да и аппарат этого анализа пока далек от совершенства. Однако описанная методика вполне приемлема для сравнительного анализа различных периодов циклического развития капиталистической экономики и оценки влияния отдельных факторов и процессов на периодичность циклических колебаний.

Расчет и анализ мультиликаторов системы представляют интерес не только с точки зрения оценки динамических свойств моделей, они также дают возможность получить количественные оценки воздействия изменения отдельных экономических показателей и структурных параметров на функционирование системы в целом. Мы не будем далее рассматривать расчеты мультиликаторов структурных параметров и ограничимся описанием методологии такого рода исследований для получения мультиликаторов экзогенных переменных, так как в принципе оба типа задач весьма сходны между собой.

Под *импульсным мультиликатором* понимается изменение текущего значения одной из основных эндогенных переменных модели при единичном изменении мультилицируемой переменной. Под *распределенным мультиликатором* понимается изменение не только текущего, но и последующих значений этой эндогенной переменной. По своей природе мультиликаторы сходны с коэффициентами полных затрат, применяемыми в межотраслевых балансах. В западной эконометрике накоплено значительное количество данных по расчету мультиликаторов переменных, описывающих влияние государственной экономической политики. На практике для расчета мультиликаторов обычно используют вышеупомянутый эмпирический метод единичного импульса¹¹. В этом случае мультилицируемой экзогенной переменной дается дополнительный единичный импульс при сохранении неизменными всех прочих экзогенных величин и оценивается конечное приращение основных эндогенных переменных за текущий и несколько последующих шагов модели. Этот метод имеет смысл применять только при большой размерности моделей и сложном характере их структуры.

В работах с линейными моделями относительно небольшой размерности мы использовали аналитический метод для оценки импульсных и распределенных мультиликаторов экзогенных переменных. Для этого применялось так называемое редукционное уравнение модели.

¹¹ The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States, p. 642—643.

Редукционное уравнение представляет собой результат решения системы относительно одной из основных эндогенных переменных, ее лаговых значений, экзогенных и случайных переменных. Оно может быть записано в общем виде так:

$$Y_t = Y_1 + Y_2 + Y_3,$$

где

$$Y_1 = \sum_{l=1}^n a_l Y_{t-l},$$

$$Y_2 = A + \sum_{k=0}^m b_k G_{t-k},$$

$$Y_3 = \sum_{p=0}^r c_p V_{t-p},$$

Y — эндогенная переменная, относительно которой отыскивается значение мультипликатора;

G — вектор экзогенных переменных;

U — вектор случайных переменных;

A — константа;

a, b, c — параметры редукционного уравнения.

Для оценки мультипликаторов какой-либо экзогенной переменной редукционное уравнение преобразуется путем отбрасывания факторов, не связанных с этой переменной, т. е. вектора U и прочих экзогенных. Тогда уравнение будет иметь вид

$$Y_t = \sum_{e=1}^n a_e Y_{t-e} + \sum_{k=0}^m b_k G_{t-k}^*,$$

где G^* — мультилицируемая экзогенная переменная.

Обозначим теперь через M_{t-k} мультипликатор экзогенной переменной G_{t-k}^* по отношению к текущему значению дохода Y_t . Очевидно, что значение импульсного мультипликатора будет совпадать с b_0 , т. е. $M_t = b_0$, и оно может быть получено непосредственно из редукционного уравнения.

Расчет последующих значений распределенного мультипликатора несколько сложнее, так как единичный импульс, например, G_{t-3}^* будет влиять на Y_t не только непосредственно, но и через изменения $Y_{t-1}; Y_{t-2}; Y_{t-3}$.

Таким образом,

$$M_{t-1} = b_1 + a_1 b_0;$$

$$M_{t-2} = B_2 + a_2 b_0 + a_1 (b_1 + a_1 b_0).$$

При увеличении лага мультипликатора расчетная формула усложняется еще больше и M_{t-5} будет иметь вид

$$\begin{aligned} M_{t-5} = & b_5 + a_5 b_0 + a_4(b_1 + a_1 b_0) + a_3[b_2 + a_2 b_0 + a_1(b_1 + a_1 b_0)] + \\ & + a_2\{b_3 + a_3 b_0 + a_2(b_1 + a_1 b_0) + a_1[b_2 + a_2 b_0 + a_1(b_1 + a_1 b_0)]\} + \\ & + a_1\{b_4 + a_4 b_0 + a_3(b_1 + a_1 b_0) + a_2[b_2 + a_2 b_0 + a_1(b_1 + a_1 b_0)]\} + \\ & + a_1[b_3 + a_3 b_0 + a_2(b_1 + a_1 b_0) + a_1[b_2 + a_2 b_0 + a_1(b_1 + a_1 b_0)]\}. \end{aligned}$$

Произведем некоторые упрощения и запишем формулу для расчета распределенного мультипликатора в общем виде (индекс t опускаем):

$$M_{-n} = b_n + a_n M_0 + a_{n-1} M_{-1} + \dots + a_1 M_{-n+1},$$

где M_0 , M_{-1} , M_{-2} и т. д.— мультипликаторы с соответствующими лагами, причем, например, M_{-3} означает, что если на t -м шаге было произведено единичное приращение переменной G^* , то это приведет к увеличению Y через 3 шага на величину M_{-3} .

Эта формула позволяет рассчитывать распределенный мультиплликатор практически с любым запаздыванием.

Полученные значения импульсных мультипликаторов можно использовать в качестве критериев для оценки совместимости уравнений в рамках одной модели. Для этой цели можно применять мультипликаторы случайных переменных. Минимизация произведения мультипликаторов на соответствующие стандартные ошибки приводит к повышению точностных характеристик моделей. При этом необходимо стремиться, чтобы произведения не превышали пошагового прироста описываемой данным уравнением переменной.

Для этих же целей можно использовать и мультипликаторы переменных, обычно задаваемых в моделях экзогенно и по оценкам которых в настоящее время накоплен значительный материал. Например, практика показывает, что удовлетворительно функционирующие модели имеют значения импульсного мультипликатора государственных расходов относительно валового продукта в пределах 1,7—4,0 независимо от размерности и структуры модели¹².

Анализ импульсных распределенных мультипликаторов представляет большой интерес в плане изучения влияния государственной экономической политики на текущую и будущую экономические ситуации. Расчет количественных критериев дает возможность сравнить эффективность различных рычагов экономической политики правительства не только в импульсном, но и временном аспекте, а также оценить влияние государства на циклический механизм капиталистического воспроизводства.

В этой связи рассмотрим некоторые аспекты реализации *теоремы о сбалансированном бюджете*, которая подразумевает дина-

¹² См. Evans M., Klein L. The Wharton Econometric Forecasting Model; Duesenberry T., Fromm G., Klein L., Kuh E. The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States. См. также другие эконометрические модели капиталистической экономики, а также расчеты автора для малоразмерных моделей экономики США, приводимые ниже.

мическое равновесие между поступлениями в государственный бюджет и их расходованием¹³. Для этого обратимся к предельно упрощенной модели капиталистического воспроизводства, которая имеет вид:

$$C = a(1-b)Y; \quad (VII.1)$$

$$Y = C + G; \quad (VII.2)$$

$$T = bY, \quad (VII.3)$$

где C — совокупное потребление (личное и производственное);

Y — совокупный доход (или продукт);

G — расходы государственного бюджета (задаются экзогенно);

T — доходы государственного бюджета (налоги);

a — коэффициент, отражающий склонность к совокупному потреблению;

b — ставка налогообложения.

Увеличение на 1,0 расходов государственного бюджета (G) приводит к возрастанию доходов (Y) также на 1,0. При этом подразумевается, что увеличение расходов обеспечивается и ростом производства. С ростом доходов на 1,0, согласно уравнению (1), увеличивается и спрос на потребительские и инвестиционные товары на величину $a(1-b)$, что, в свою очередь, приводит к росту производства и дохода. Таким образом, прирост дохода, вызванный увеличением G на 1,0, будет равен

$$\Delta Y = 1,0 + a(1-b) + [a(1-b)]^2 + \dots$$

Сумма членов данной геометрической прогрессии дает нам значение импульсного мультипликатора государственных расходов

$$\Delta Y = \frac{1}{1 - a(1-b)}.$$

Прирост поступлений в бюджет за счет увеличения налогов составит при этом:

$$\Delta T = \frac{b}{1 - a(1-b)}.$$

Если склонность к совокупному потреблению равна 1,0, или, иными словами, все полученные доходы идут на личное потребление и инвестирование, прирост поступлений в бюджет, вызванный увеличением его расходов, компенсирует это увеличение, так как в этом случае $\Delta T = 1,0$. Прирост доходов тогда будет равен $1/b$, т. е. обратно пропорционален ставке налогообложения.

Если же $a < 1,0$, т. е. при увеличении дохода соответственно увеличивается его сберегаемая (неотребляемая) часть, то сбалан-

¹³ Подробное рассмотрение этой теоремы см.: Evans M. Macroeconomic Activity. New York—London, 1969, p. 543—547.

цированность бюджета может быть достигнута только при $b=1,0$, так как при $\Delta T=1,0$

$$(1-a)(1-b)=0.$$

Это решение лишено экономического смысла, так как полное изъятие доходов государством исключает возможность личного потребления и инвестирования. При остальных значениях ставки налогообложения прирост поступлений в бюджет не компенсирует его расходования.

Если $a>1,0$, то получается обратная картина, т. е. прирост поступлений превышает прирост расходования бюджета при любых значениях ставки налогообложения, удовлетворяющих условию

$$b<1,0.$$

Однако данный вариант подразумевает наличие сбережений у потребителей и инвесторов, которые в рассматриваемом периоде времени сокращаются.

Сбалансированности бюджета при увеличении государственных расходов можно добиться путем введения изменяющейся ставки налогообложения, что соответствует прогрессивной шкале, т. е. при увеличении доходов все большая их часть поступает в бюджет в виде налогов.

Рассмотрим более сложную схему, в которой дезагрегируем совокупное потребление на личное потребление и инвестиции, причем первое поставим в зависимость от заработной платы и прибыли, а второе — только от прибыли. Тогда наша модель будет иметь вид:

$$C=a(1-b)W+d(1-e)P; \quad (\text{VII.4})$$

$$I=f(1-e)P; \quad (\text{VII.5})$$

$$Y=W+P; \quad (\text{VII.6})$$

$$W=gY; \quad (\text{VII.7})$$

$$Y=C+I+G; \quad (\text{VII.8})$$

$$T=bW+eP. \quad (\text{VII.9})$$

Новые обозначения:

C — личное потребление;

I — инвестиции;

W — фонд заработной платы;

P — прибыль;

b — ставка налогообложения заработной платы;

e — ставка налогообложения прибылей;

a — склонность рабочих к потреблению;

d — склонность капиталистов к потреблению;

f — склонность капиталистов к инвестированию;

g — доля заработной платы в совокупном доходе.

Сделав некоторые преобразования, получим зависимость потребления и инвестиций от совокупного дохода:

$$C = [ag(1-b) + d(1-e)(1-g)]Y;$$
$$I = f(1-g)(1-e)Y.$$

Если предположить, что склонность к потреблению у рабочих равна 1,0, и суммарная склонность капиталистов к потреблению и инвестированию также равна 1,0, т. е. весь получаемый доход каждого класса не сберегается, а полностью расходуется, то можно записать:

$$a=1,0 \text{ и } d=1,0.$$

При этом получим

$$C+I=[g(1-b)+(1-g)(1-e)]Y,$$

т. е. зависимость совокупного потребления (личного и инвестиций) от дохода.

По аналогии с предыдущим вариантом мультипликатор государственных расходов будет иметь вид

$$\Delta Y = \frac{1}{1 - [g(1-b) + (1-g)(1-e)]} \left| \frac{1}{e(1-g) + gb} \right..$$

Таким образом, прирост дохода, вызванный единичным приростом государственных расходов, будет зависеть от ставок налогообложения рабочих и капиталистов и от распределения дохода между этими двумя классами на заработную плату и прибыль соответственно. Изменение налогообложения влияет на прирост дохода обратно доле облагаемого вида дохода в совокупном доходе. Иными словами, снижение ставки налогообложения заработной платы дает более высокий прирост совокупного дохода, чем равное снижение ставки налогообложения прибылей.

Что касается сбалансированности бюджета, то при совокупной склонности к потреблению и инвестированию, равной 1,0, равенство поступлений в бюджет и расходов бюджета достигается при любом значении ставок налогообложения, что видно при подстановке величины ΔY , дезагрегированной на ΔW и ΔP , в уравнение налогов (VII.9).

Если же склонность хотя бы одного класса оказывается меньше 1,0, то сбалансированность бюджета не достигается, а если она больше 1,0, то дополнительные поступления в бюджет всегда больше его дополнительных расходов. Это полностью совпадает с выводом, полученным из анализа предыдущей простейшей схемы.

Реальное функционирование рассмотренной теоретической схемы неизбежно наталкивается на противоречия капиталистической экономики. Увеличение расходов государственного бюджета без предварительного возрастания налоговых поступлений приводит к дефициту бюджета, росту государственного долга и инфляционному росту цен. Готовность потребителей и инвесторов к незамедлительному

ному расходованию возросших доходов является также весьма сильным допущением, особенно в условиях инфляции. Наконец, значительная часть расходов федерального бюджета идет на финансирование внешней политики, что приводит к меньшему увеличению внутреннего спроса и напряженности платежного баланса. Поэтому теоретическая возможность сбалансированного роста экономики за счет увеличения государственных расходов в реальной жизни проявляется как тенденция, подвергающаяся сильному воздействию внутренних противоречий капиталистической экономики.

§ 3. ИМПИТАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Решение имитационных задач подразумевает использование модели в качестве аналога капиталистической экономики в условиях конкретного исторического периода ее развития, лежащего в пределах расчетной базы модели.

С этой целью во все уравнения модели, параметры которых оценены с помощью вероятностных методов, вводятся реальные значения случайных переменных. Это вызвано тем, что статистический характер оцененных связей приводит к искажениям как в абсолютных значениях показателей, так и в их относительной динамике в случае автономной работы модели на значительное число шагов без промежуточной корректировки результатов.

В практике использования макромоделей в США на значительные промежутки времени обычно вводится либо пошаговая, либо через 4 шага (в квартальных моделях) корректировка путем введения в модель реальных значений лаговых переменных¹⁴.

Использовавшаяся нами методика введения в модель рядов случайных ошибок математически тождественна пошаговой корректировке начальных условий, но обладает по сравнению с ней рядом преимуществ. Во-первых, на выходе мы получаем не только результаты решения самой модели, но и реальную динамику всех переменных, что делает модель в этом случае тождественным аналогом экономической системы. Во-вторых, вместо внесения изменений в постоянные компоненты уравнений мы можем в широком диапазоне варьировать экзогенный блок случайных ошибок. В-третьих, эта методика позволяет оценивать влияние на модель как ошибок отдельных переменных, так и их различных сочетаний.

Таким образом, мы получаем систему, которая при задании реальных начальных условий и векторов экзогенных переменных с любой наперед заданной точностью воспроизводит динамику всех входящих в модель экономических переменных, или «имитирует» функционирование экономики в прошлом. При этом подразумевается, что в модели отражены наиболее важные взаимосвязи, свойственные реальной экономической системе.

¹⁴ См., например, методику реализации модели ОВЕ («Survey of Current Business», 1966, № 5, р. 13—39).

Решение имитационных задач сводится к анализу воздействия тех или иных конкретно-исторических условий на развитие экономики. Осуществляется это путем предварительной оценки альтернативной траектории показателей или параметров, которая позволяет ответить на вопрос, а как бы развивалась экономика в данный период, если бы не было таких-то условий или, наоборот, появились бы такие-то условия.

При этом необходимо учитывать, что по своему абсолютному значению эти гипотетические значения параметров и переменных, а также величины пошаговых приращений последних не должны выходить за пределы их реальных значений, характерных для базового периода модели, так как рассчитанные доверительные интервалы справедливы только для данной области значений и при выходе из нее достоверность полученных результатов существенно снижается¹⁵.

Имитационные задачи, которые могут быть решены на модели как аналоге экономической системы, весьма разнообразны. Их круг определяется главным образом уровнем агрегации и характером связей в самой модели. Разберем общую постановку одной из имитационных задач — вопроса о влиянии государственной экономической политики на ход воспроизводства в какой-то определенный период времени.

В этом случае в качестве управляющих параметров модели выбираются экзогенно задаваемые переменные или коэффициенты, отражающие экономическую деятельность государства, например уровень государственных закупок, ставки налогообложения, учетные ставки и т. д. Путем задания их гипотетической динамики (в различных вариантах) и последующего сравнения результатов с реальной экономической ситуацией, которая имела место в рассматриваемый период времени, можно оценить роль государственной политики в формировании как экономического цикла в целом, так и отдельных экономических процессов, а также потенциальную эффективность различных рычагов государственной антициклической деятельности.

Модель позволяет решить и обратную задачу, т. е., например, выяснить, какова должна быть в данный период государственная политика в области расходов, чтобы обеспечить наперед заданную динамику того или иного экономического показателя.

Важным направлением имитационных расчетов является анализ факторов роста капиталистической экономики. Детальное описание методологии такого рода расчетов приведено в работах

¹⁵ «Экстраполяция уравнений регрессии или кривых вне этого диапазона,— пишут М. Езекиэль и К. Фокс, имея в виду расчетную базу,—представляет экскурс в неизвестную область, где возможны неожиданные изменения в природе отношений зависимости. Только априорное представление об этих отношениях зависимости, основанное на фактах и теориях или на других предположениях, может оправдать экстраполяцию кривых. При этом оценки ошибок таких экстраполяций надежны лишь в меру правильности предположений, которые положены в основу» (Езекиэль М. и Фокс К. Методы анализа корреляций и регрессий, с. 339).

С. М. Меньшикова¹⁶, поэтому мы остановимся только на самых общих положениях и некоторых частных вопросах.

Исследование этой проблемы с помощью моделей осуществляется путем последовательного исключения влияния отдельных факторов на рост экономики. Практически, решается имитационная задача для данного периода времени при сохранении одной из экзогенных переменных на постоянном уровне. Сопоставление полученных результатов с реальной статистикой позволяет сделать вывод о том, какая доля в приросте основных экономических показателей определяется реальным изменением рассматриваемого фактора.

Ограниченностю такого метода по сравнению с другими¹⁷ заключается в том, что эксперимент может быть относительно чистым при двух условиях: во-первых, исследуемый фактор должен задаваться в модели экзогенно и, во-вторых, временной интервал имитации не должен быть продолжительным настолько, чтобы существенно нарушилось соотношение величины этого фактора и остальных экономических показателей.

Вторая особенность данного метода связана с тем, что полученные с помощью вероятностных оценок параметры модели имеют расчетные доверительные интервалы только при реально существовавшем соотношении экономических показателей. Например, сохранение правительственные расходов в США на уровне 1955 г. в период 60-х годов дает при решении модели результаты с малой достоверностью.

§ 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАПИТАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Одна из важнейших задач эконометрического моделирования капиталистической экономики — прогнозирование ее развития. Этому вопросу посвящен целый ряд работ советских и зарубежных ученых¹⁸. Поэтому мы, оставив в стороне вопросы, связанные с долгосрочным прогнозированием, рассмотрим проблемы, которые возникают при использовании эконометрических моделей для реализации краткосрочных прогнозов, т. е. расчета перспективной динамики основных экономических показателей на 4—8 кварталов вперед.

В настоящее время модели, предназначенные для краткосрочного прогнозирования конъюнктуры, обособляются в отдельное направление макроэкономического моделирования. Это вызвано тем обстоятельством,

¹⁶ Проблемы построения и использования народнохозяйственных моделей. Под ред. С. М. Меньшикова. Новосибирск, 1971, с. 91—109; Меньшиков С. М. Среднесрочная программа правительства Никсона и экономическая реальность. — «США — экономика, политика, идеология», 1972, № 1, 2.

¹⁷ Денисон Э. Исследование различий в темпах экономического роста. М., 1971, 645 с.

¹⁸ См.: Прогнозирование капиталистической экономики. М., 1970, 448 с. Макроэкономические модели планирования и прогнозирования. М., 1970, 471 с.; Тейл Г. Прикладное экономическое прогнозирование. М., 1970, 510 с.; Он же. Экономические прогнозы и принятие решений. М., 1971, 488 с.

ством, что многоцелевые дезагрегированные модели не удовлетворяют специфическим требованиям, которые предъявляются к прогнозным моделям.

Главное из требований заключается в том, что связи в моделях должны отражать текущее состояние и ближайшие перспективы внутриэкономических взаимозависимостей. Специфика же применяемого для оценки параметров эконометрических моделей аппарата регрессионного и корреляционного анализа имеет тот недостаток, что она по существу дает значения этих параметров, усредняя прошлые тенденции и требуя для надежности оценок большой длины выборок.

Первый путь, по которому шло прогнозное моделирование, чтобы разрешить это противоречие, заключался в сокращении продолжительности шага модели, т. е. в переходе от годового к квартальному, а иногда, если позволяла статистическая информация, и к месячному шагу. Такой подход позволял при сохранении достаточного числа наблюдений в выборке использовать статистику только последних лет. При этом некоторые авторы (Р. Фэр) исключали из рассмотрения периоды, связанные с крупными забастовками.

Однако данный путь имеет существенный недостаток. Поскольку развитие капиталистической экономики происходит под влиянием значительного числа случайных воздействий и ему присуще циклическое движение целого ряда взаимозависимостей, может оказаться, что в исторически короткой выборке будут доминировать случайные и циклически преходящие тенденции. Примером могут служить расчеты уравнений спроса на основные элементы конечного продукта в американской экономике. Так, уравнения, оцененные на базе статистики, доминирующую роль в которой играл период циклического подъема 1963—1966 гг., давали сильное завышение роста основных показателей экономики США. Уравнения же, рассчитанные на базе второй половины 50-х годов, давали при экстраполяции на будущее заниженные темпы роста. Поэтому при выборе временной базы для оценки параметров отдельных взаимосвязей в экономике необходим предварительный качественный анализ конкретной экономической ситуации.

Второй подход к решению проблемы приведения параметров эконометрической модели в соответствие с современным характером внутриэкономических связей заключается в оценке дрейфа коэффициентов. Это осуществляется использованием постепенно сдвигающейся временной базы либо при сохранении ее абсолютной продолжительности, либо при фиксировании одной из ее границ. Практически это выглядит следующим образом. Параметры каждого уравнения оцениваются, например, на базе статистики, взятой последовательно с I квартала 1954 г. по IV квартал 1963 г., со II квартала 1954 г. по I квартал 1964 г. и т. д., кончая, скажем, базой с I квартала 1960 г. по IV квартал 1970 г. Второй вариант заключается в расчете параметров на базе, оканчивающейся IV кварталом 1970 г. и начинающейся последовательно с I квартала 1954 г., II квартала 1954 г. и т. д. В данном случае длина временной базы будет все время сокращаться.

Таблица 67

Оценка дрейфа коэффициентов *

Начало базы	1953	1954	1955	1957	1958	1959	1960	1961	1962
<i>b</i>	0,33	0,34	0,27	0,21	0,24	0,18	0,23	0,10	0,10
<i>c</i>	0,60	0,64	0,72	0,76	0,74	0,75	0,71	0,79	0,77
<i>d</i>	0,050	0,058	0,069	0,072	0,071	0,073	0,067	0,065	0,064

* Временная расчетная база начиналась с I квартала указанных годов.

Таким образом, можно получить вектор значений всех параметров модели и выбрать из них вариант, наиболее соответствующий последним (сложившимся к концу базового периода) тенденциям в экономике. В качестве иллюстрации приведем результаты конкретных расчетов (табл. 67) для инвестиционного уравнения следующего вида ¹⁹:

$$I = a + bI_{-1} + cP - dK_{-1},$$

где *I* — чистые инвестиции;

P — прибыль;

K — запас основного капитала на конец квартала.

Индекс «1» означает, что берется значение переменной за предыдущий квартал. Конец временной расчетной базы приходится на IV квартал 1968 г.

Данные табл. 67 показывают, что коэффициент *b* имеет ярко выраженную тенденцию к снижению, в то время как коэффициент *c* растет. Что касается коэффициента *d*, то он сначала быстро растет, а затем начинает постепенно уменьшаться. Очевидно, что последние значения коэффициентов в большей степени отражают современные взаимосвязи в экономике, но они часто подвержены воздействию случайных факторов. Поэтому в данном случае представляется оправданым оценивать эти коэффициенты с учетом тенденций в их изменениях, элиминируя при этом случайные отклонения.

Существует и другой метод повышения влияния последних тенденций в экономике на параметры модели. Поскольку в регрессионном анализе все наблюдения равноправны и в одинаковой степени воздействуют на получающиеся значения параметров, можно повысить влияние последних наблюдений путем их повторения в выборке. Однако в этом случае остаются открытыми два вопроса: насколько последние наблюдения подвержены воздействию случайных факторов и в какой прогрессии следует повышать удельный вес последних наблюдений в выборке?

В структурных эконометрических моделях большой размерности²⁰ использование рассмотренных выше методов приведения параметров

¹⁹ Оценки производились на базе квартальной статистики для послевоенной экономики США.

²⁰ Под структурными понимаются модели, построенные на базе национальных счетов с дезагрегацией продукта по его конечному использованию. Примерами структурных моделей экономики США могут служить Уортонская модель, модель ОВЕ, Бруклинская модель и т. д.

модели в соответствие с новейшими тенденциями в экономике затруднительно. Трудности имеют в значительной степени вычислительный характер, поскольку модели такого типа представляют собой большую (до нескольких сотен) уравнений) нелинейную систему.

Поэтому при прогнозировании с помощью структурных моделей обычно используется следующая методика. Перед реализацией каждого прогноза оценивается дрейф ошибок уравнений модели за несколько последних кварталов и, чтобы компенсировать этот дрейф, вводятся соответствующие поправки в константы уравнений. Затем на базе качественного анализа текущей ситуации, который включает в себя изучение новейших тенденций в развитии спроса и предложения, возможных крупных забастовок, ожидаемого положения в сфере внешней торговли и альтернативных вариантов государственной экономической политики, производится экспертная оценка возможных отклонений от тенденций, описываемых моделью. Эти поправки вводятся в константы соответствующих уравнений модели или учитываются при задании экзогенных переменных. Альтернативное задание ряда переменных, связанных с экономической деятельностью правительства, позволяет количественно оценить эффективность отдельных рычагов экономической политики и их совокупное воздействие на экономику.

Примером такого подхода может служить методология прогнозирования на Уортонской модели. Чтобы учесть влияние возможной забастовки в сталелитейной промышленности США продолжительностью в 10 недель в середине III квартала 1971 г.²¹, в модели были изменены константы, в частности, следующих уравнений: личного потребления продукции автомобильной промышленности (*CA*); запасов в обрабатывающей промышленности (*IIM*); импорта материалов и готовой продукции обрабатывающей промышленности (*FIM*). Величины этих поправок приведены в табл. 68.

Данный метод учета новейших явлений в экономике сочетает в себе количественный и качественный подходы к изучению перспектив экономического развития. Несмотря на всю сложность квантификации многообразия новых тенденций, он позволяет эффективно использовать дезагрегированные структурные модели в краткосрочном прогнозировании динамики экономических показателей в перио-

Таблица 68

Поправки для учета влияния забастовки,
млрд. долл. в ценах 1958 г.

Показатель	Квартал, год					
	I. 1971	II. 1971	III. 1971	IV. 1971	I. 1972	II. 1972
<i>CA</i>	0,0	0,0	-0,5	-0,5	1,0	1,0
<i>IIM</i>	1,2	2,0	-2,6	0,5	2,5	2,0
<i>FIM</i>	0,0	1,0	1,5	1,0	0,5	0,0

²¹ Следует заметить, что эта забастовка не состоялась, так как предприниматели пошли на уступки профсоюзу. Однако резкое увеличение запасов продукции сталелитейной промышленности оказало определенное влияние на общую динамику производства.

ды, довольно далеко отстоящие от временной расчетной базы.

Важное место в моделях краткосрочного прогнозирования занимают так называемые «переменные ожидания». Они отражают влияние представлений потребителей и инвесторов

о ближайших перспективах в развитии конъюнктуры на их текущее поведение. Для получения значений этих переменных используются различные методы—опросы фирм и населения, эконометрические оценки ближайших перспектив на базе данных о текущем состоянии экономики и т. д.

Наиболее часто в прогнозных моделях используются две «переменные ожидания»: индекс отношения потребителей, определяющий объем ожидаемых потребительских закупок товаров и услуг (в частности, закупок автомобилей); переменная ожидаемых инвестиций, которая отражает намерения фирм реализовать в ближайшие кварталы тот или иной объем капиталовложений.

Индекс отношения потребителей (*Index of consumer sentiment*) разрабатывается в Мичиганском исследовательском центре (*Michigan Survey Research Center*) с 1952 г. С 1954 по 1961 г. оценка индекса производилась трижды в год, а в 1962 г.—ежеквартально²². Величина индекса определяется на основе текущей информации об активах, находящихся на руках у населения, общекономических условиях и состоянии рынка.

Помимо этого индекса в прогнозных моделях в качестве «переменной ожидания» иногда используются данные Бюро цензов США об ожидаемых потребительских закупках (*consumer buying expectation*)²³. Ежеквартальные оценки этого индекса (от 0 до 100) строятся на базе опроса в 11,5 тыс. домашних хозяйств о планах потребления на ближайшее время. Этот показатель тесно связан с квартальным индексом ожидаемых закупок новых автомобилей, который оценивается с I квартала 1959 г. также на основе опроса. Однако оба цензовых индекса были пересмотрены в 1967 г., что ограничило со-поставимость последних данных с предшествующими.

Как показывает опыт расчетов, несовершенство методики оценки индекса отношения потребителей и значительный момент субъективизма в оценке цензовых индексов приводят к тому, что в отдельные периоды времени корреляция личного потребления с этими показателями незначительна.

Ожидаемые инвестиции регулярно публикуются в *«Survey of Current Business»* на 2—3 квартала вперед. Эти данные получаются на основе опроса фирм с последующей статистической обработкой²⁴.

Текущие инвестиции обнаруживают довольно высокую корреляцию с ожидаемыми инвестициями, но трудность заключается в том, что при прогнозировании в распоряжении исследователя имеются данные по этому показателю на один (максимум на два) квартала вперед. Поэтому в структурных, дезагрегированных моделях иногда разрабатывается специальный блок уравнений, описывающих дина-

²² *Survey of Consumer Finances*. University of Michigan, 1967.

²³ US Bureau of Census Consumer Buying Indicators, *Current Population Reports*, Series p-65.

²⁴ Опубликованные в № 2 за 1970 г. «исправленные» ряды ожидаемых инвестиций на 1 и 2 квартала вперед получились путем регрессии исходных рядов по реальным инвестициям, переменной времени и ее квадрату. Эта методология снижает применимость исправленных таким образом рядов для анализа циклического и краткосрочного движения инвестиций.

Сравнение точностных характеристик инвестиционных прогнозных моделей

Отрасль	«Наивная» модель		Модель Эйснера		Модель Мейера—Глобера	
	R ²	S	R ²	S	R ²	S
Черная металлургия	0,8999	0,0215	0,8047	0,0342	0,6853	0,0431
Цветная металлургия	0,9178	0,0108	0,8509	0,0148	0,6574	0,0222
Электромашиностроение	0,7734	0,0087	0,9051	0,0081	0,8539	0,0100
Прочее машиностроение	0,8668	0,0174	0,9361	0,0150	0,8809	0,0203
Пищевая промышленность	0,6934	0,1000	0,7807	0,0128	0,7192	0,0143
Целлюлозно-бумажная промышленность	0,9419	0,0075	0,9202	0,0097	0,8815	0,0117
Химическая промышленность	0,9122	0,0153	0,8512	0,0240	0,7791	0,0290
Резинотехническая промышленность	0,7632	0,0086	0,8024	0,0042	0,7784	0,0044

мику ожидаемых инвестиций (Бруклинская модель). В малоразмерных же моделях краткосрочного прогнозирования для получения этого показателя на несколько кварталов вперед используется простая экстраполяция, что снижает прогностические свойства модели.

Чтобы оценить, насколько применение «переменных ожидания» повышает точностные характеристики прогнозных моделей, рассмотрим данные прогнозирования инвестиций в отраслях обрабатывающей промышленности США²⁵. Сравниваются значения коэффициентов множественной детерминации (R^2) и стандартной ошибки (S) для следующих моделей прогнозирования инвестиций (табл. 69):

«наивная» модель:

$$I_t = b_0 + b_1 A_t + \dots + b_4 A_{t-3} + u_t,$$

где I_t — реальные инвестиции периода t ;

A_t — ожидаемые инвестиции периода t ;

U_t — случайная ошибка уравнения;

модель Р. Эйснера:

$$I_t = a_0 + a_1 \Delta S_{t-1} + a_2 \Delta S_{t-2} + a_3 \Delta P_{t-1} + a_4 \Delta P_{t-2} + a_5 I_{t-1} + \\ + a_6 K_t + u_t,$$

где ΔS — изменение объема продаж;

ΔP — изменение прибылей корпораций;

K — запас основного капитала на начало периода;

модель Мейера—Глобера:

$$I_t = c_0 + c_1 P_{t-1} + c_2 V_{t-1} + c_3 r_{t-3} + c_4 PR_{t-1} + c_5 I_{t-2} + u_t,$$

²⁵ Jorgenson D., Hunter J., Nadiri M. A Comparison of Alternative Econometric Models of Quarterly Investment Behavior.—«Econometrica», 1970, № 2, p. 187—212.

где V — отношение объема продукции к производственным мощностям;
 PR — относительный прирост индекса цен по 425 отраслям;
 r — ставка по облигациям корпораций.

Данные табл. 69 наглядно показывают, что «наивная» модель, построенная на использовании «переменных ожидания», имеет в большинстве случаев лучшие точностные характеристики, чем модели, содержащие значительное количество детерминантов инвестиционного процесса, но не использующие ожидаемых инвестиций.

Это положение подтверждается, если мы расширим круг моделей и проведем сравнение по 15 отраслям обрабатывающей промышленности США. Сопоставление стандартных ошибок ряда инвестиционных моделей дает следующие результаты (приведенные числа показывают, для скольких отраслей (из 15) стандартная ошибка «наивной» модели ниже, чем в указанной модели):

Модель	
Ландерсона	15
Эйснера	14
Джоргесона—Стейфенсона	13
Мейера—Глобера	15

При прогнозировании экономики с помощью эконометрических моделей неизбежно возникает проблема априорной оценки траектории экзогенных переменных. Помимо обычных свойств экзогенных, которые обусловлены тем, что экзогенно в моделях задаются либо переменные, подверженные воздействию сил внеэкономического происхождения, либо переменные, движение которых невозможно описать при современном уровне развития моделирования, либо переменные, выбранные в качестве управляющих в модели, при разработке прогнозных моделей к экзогенным переменным предъявляются дополнительные требования. Во-первых, использование экзогенных переменных должно приводить к повышению точности прогнозов; во-вторых, их движение должно быть сравнительно легко предсказуемо на весь прогнозируемый период; в-третьих, возможные ошибки в их предсказании не должны существенно влиять на точность прогноза в целом.

Важнейшими экзогенными переменными в модели обычно выступают переменные, отражающие влияние государственно-монополистического регулирования на экономику. Основная проблема здесь заключается в том, что в структуре отдельных уравнений обязательно должны присутствовать переменные, отражающие это влияние за период, который выбран в качестве расчетной базы, но в прогнозируемый период отдельные мероприятия государственной экономической политики могут вообще не оказывать воздействия на экономику либо окажут его намного позднее, т. е. за пределами прогнозируемого периода.

Можно полностью согласиться с мнением известного американского специалиста по краткосрочному прогнозированию экономики Р. Фэра, который пишет: «Фискальная политика Соединенных Штатов является недостаточно гибкой, и в общем случае проходят многие

месяцы, прежде чем предложенное изменение налогообложения превратится в закон»²⁶. К этому можно добавить, что не меньшее время требуется также для того, чтобы это изменение оказало заметное воздействие на экономику. Публикуемые правительством США данные о перспективных расходах не представляют собой достаточно надежной информации, так как правительство в своих политических интересах уже неоднократно прибегало к их изменению в пределах финансового года.

Существует два подхода к решению проблемы учета экзогенных возмущений в моделях. Первый подход состоит в исключении периодов, связанных со значительными возмущениями (эскалация военных расходов, крупные забастовки и т. п.), из временной расчетной базы модели. Этот подход позволяет выявить основные тенденции в развитии экономики, «очистить» их от воздействия такого рода возмущений. Однако при этом снижается адекватность модели реальной экономической системе. Данную модель нельзя использовать для решения целого ряда прогнозных задач, связанных с учетом влияния государственной политики и обострения классовой борьбы на развитие экономики в целом.

Второй подход заключается во введении в отдельные уравнения условных переменных для дискретного учета воздействия этих возмущений. Например, чтобы учесть влияние забастовки в автомобильной промышленности, в уравнение потребительских расходов на покупку автомобилей вводится переменная l , которая принимает следующие значения:

- $l = -2$ — в квартале, в котором происходила забастовка;
- $l = +2$ — в следующем квартале;
- $l = +1$ — через один квартал после забастовки;
- $l = 0$ — в остальное время.

Этот подход обладает тем недостатком, что пытается свести к единой схеме протекание любой забастовки независимо от конкретно-исторических условий. Так, оценки, произведенные для послевоенных забастовок в автомобильной промышленности США, оказались малопригодными для забастовки рабочих и служащих корпорации «Дженерал моторс» в 1970 г., так как она протекала в условиях послекризисного застоя и потери экономики от нее оказались более значительными.

В действительности целый ряд экзогенных переменных имеет в послевоенный период трендовое движение (например, в США — расходы штатов и муниципалитетов) и линейная экстраполяция их значений при прогнозировании на несколько кварталов вперед вполне приемлема. Однако при оценке перспективной динамики расходов федерального правительства, экспорта и ряда других экзогенных переменных экстраполяция может привести к значительным ошибкам. В этом случае решающее значение в нахождении перспективной траектории экзогенных переменных приобретают качественный анализ и экспертные оценки.

Во всех типах регрессионных эконометрических моделей важную роль играют случайные ошибки отдельных уравнений, появляющие-

²⁶ Fair R. A Short-Run Forecasting Model of the United States Economy. Massachusetts, 1971, p. 6.

ся в силу вероятностного характера методов оценки параметров уравнений. Вычисляются ряды этих ошибок для прошедших периодов времени как разность между вектором реальных значений переменной, описываемой уравнением, и вектором ее расчетных значений, полученных с помощью этого уравнения. Например:

$$Y = e + fX + gZ + u,$$

где Y — вектор определяемой переменной;

X — вектор эндогенных переменных;

Z — вектор экзогенных переменных;

u — вектор случайных ошибок.

Если при анализе долгосрочных тенденций случайными ошибками можно пренебречь, то при исследовании текущей конъюнктуры и краткосрочном прогнозировании использование их необходимо.

Требование статистической надежности сводится к тому, чтобы ряды случайных ошибок не имели автокорреляции, т. е. корреляции между двумя последовательными членами ряда. Тогда считается, что ошибки имеют действительно случайный характер. По своей природе случайные ошибки уравнений есть не что иное, как эффект воздействия неучтенных факторов в модели, и в случае автокорреляции эти факторы являются постоянно действующими, что свидетельствует о неполном определении динамики описываемой переменной правой части уравнения.

В малоразмерных моделях краткосрочного прогнозирования наличие автокорреляции случайных ошибок — нередкое явление. Это объясняется тем, что в данном случае выбор переменных для формирования правой части уравнений крайне ограничен и роль неучтенных факторов возрастает. Поэтому, если какие-то уравнения модели обнаруживают существенную автокорреляцию ошибок, в этих уравнениях случайные ошибки рассматриваются как новые переменные. На основании полученных векторов случайных ошибок определяется значение коэффициента h в следующем авторегрессионном соотношении:

$$u_t = hu_{t-1} + q,$$

где q — новая случайная ошибка, не имеющая автокорреляции. Таким образом, уравнение, приведенное выше в качестве примера, приобретает вид

$$Y = e + fX + gZ + hu_{t-1} + q.$$

Указанный метод, по данным отдельных расчетов, может повысить точность прогнозов на 20—30 %, но он применим только для краткосрочного прогнозирования, так как экстраполяция случайных ошибок на значительное число периодов не обладает достаточной надежностью.

Все вышесказанное справедливо и для автокорреляции второго или более высокого порядка, т. е. когда существует корреляция между u_t и u_{t-k} , где $k > 1$. Хотя такое явление встречается довольно редко, оно также имеет свою экономическую интерпретацию, а именно, в

данном случае неучтенный фактор (или группа факторов) действует на динамику описываемой уравнением переменной с некоторым лагом. Это может иметь место, например, при исследовании инвестиционного процесса с помощью модели с квартальным шагом.

Основным критерием пригодности модели для прогнозирования выступает, безусловно, точность ее прогнозов. Точность прогнозов определяется обычно по двум видам оценок: первая из них — *абсолютная*, т. е. разность между реальным и предсказанным значениями основных прогнозируемых переменных; вторая — *приростная*, т. е. разность между действительным и предсказанным значениями прироста переменной. Поскольку прогнозы реализуются на несколько шагов вперед, берутся средние арифметические или средние квадратические величины ошибок прогнозирования:

$$E = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |y_t - y_{pt}|,$$

$$E\Delta = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |(y_t - y_{t-1}) - (y_{pt} - y_{pt-1})|,$$

$$SE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - y_{pt})^2},$$

$$SE\Delta = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_t - y_{t-1}) - (y_{pt} - y_{pt-1})]^2},$$

где E и $E\Delta$ — средние арифметические абсолютная и приростная ошибка прогноза;

SE и $SE\Delta$ — средние квадратические абсолютная и приростная ошибки прогноза;

y — реальное значение переменной;

y_p — предсказанное значение переменной;

$t=1, 2, 3, \dots, T$ — число шагов (обычно кварталов) в прогнозируемом периоде.

Как показывают расчеты, точность краткосрочных прогнозов, реализуемых на квартальных эконометрических моделях, убывает по мере увеличения продолжительности прогнозируемого периода, что объясняется эффектом накопления ошибок. Поэтому прогнозирование за пределами восьми кварталов имеет весьма низкую достоверность, а наиболее точные прогнозы получаются в пределах 3—4 кварталов.

Реализованная на специальной прогнозной модели Р. Фэра²⁷ серия 13 последовательных прогнозов для периодов, начинающихся с IV квартала 1966 г., I квартала 1967 г. и т. д. до IV квартала 1969 г. включительно продолжительностью в 1, 2, 3, 4 и 5 кварталов показала, что точность прогнозов имеет явную тенденцию к снижению при увеличении их продолжительности (табл. 70).

²⁷ Fair R. Op. cit., p. 208.

Таблица 70

Оценка точности прогнозов на модели Р. Фэра, млрд. долл. в ценах 1958 г.

Ошибка в оценке <i>GNP</i>	Продолжительность прогнозов (число кварталов)				
	1	2	3	4	5
<i>E</i>	2,38	3,69	4,52	6,39	8,91
ΔE	2,38	2,44	3,27	2,79	3,00

Таблица 71

Средняя квадратическая ошибка про-
гноза *GNP*, млрд. долл. в ценах 1958 г.

Модель	Продолжительность прогноза (число кварталов)				
	1	2	3	4	5
Р. Фэра	2,81	4,25	4,31	3,77	3,27
ОВЕ	3,67	5,06	5,97	6,44	6,78

Сравним теперь точность прогнозов моделей различного типа—специальных прогнозных и общеэкономических структурных. К первым относится модель Р. Фэра, ее данные мы будем сопоставлять с результатами, полученными на модели второго типа, — ОВЕ²⁸. При этом заметим, что расчетные базы моделей заканчивались соответственно в IV квартале 1969 г. и в IV квартале 1966 г. Результаты такого сопоставления приведены в табл. 71²⁹.

Как видно из табл. 71, модель Р. Фэра обладает более высокими точностными характеристиками, но при этом необходимо заметить что данные взяты для прогнозов «ex-post», т. е. для прогнозов, реализованных в пределах расчетной базы моделей в предположении об отсутствии случайных ошибок, но уже известной траектории экзогенных переменных.

И. Фрэнд и Р. Джонс, авторы ряда специальных прогнозных моделей, считают, что модели большой размерности всегда будут уступать по прогностическим качествам малоразмерным прогнозным моделям, так как большие модели страдают значительным накоплением случайных ошибок в системе, а воздействие несистематических факторов в больших моделях не меньше, чем в малых³⁰. Их мнение расходится с точкой зрения известного американского эконометриста Л. Клейна, который утверждает, что наилучшие прогнозы можно получить на структурных моделях³¹.

В настоящее время сказать, что специальные прогнозные модели обладают более высокими точностными характеристиками при краткосрочном прогнозировании, чем структурные модели, пока еще нельзя, так как в отдельные периоды структурные прогнозные модели (например, Уортонская) дают более точные прогнозы, чем специальные модели. Кроме того, имея большую размерность и соответственно более содержательное описание внутриэкономических зависимостей, больший набор рассматриваемых переменных, структурные общеэкономические модели дают оценку перспективной динамики не отдельных, часто не связанных между собой переменных, а всей совокупности показателей, определяющих экономическую ситуацию.

²⁸ Liebenberg M., Hirsh A., Popkin J. A Quarterly Econometric Model of the United States.—«Survey of Current Business», 1966, № 5, p. 13—39.

²⁹ Fair R. Op. cit., p. 229.

³⁰ Friend I., Jones R. Short Run Forecasting Models Incorporating Anticipatory Data.— In: Models of Income Determination, NBER, 1964, p. 279—307.

³¹ Klein L. R. Essay on the Theory of Economic Prediction. Helsinki, 1968.

Если сопоставить точность прогнозов на год вперед, полученных с помощью эконометрических моделей, с данными, полученными неэконометрическими методами, т. е. методами традиционного анализа, то сравнение окажется в пользу первых. Так, сопоставляя точность традиционных прогнозов, осуществленных в период с 1953 по 1963 г.³², с данными модели Р. Фэра (правда, для более позднего периода), можно обнаружить, что в первом случае средняя ошибка в прогнозе *GNP* в текущих ценах равна 10,7 млрд. долл., а во втором — 6,9 млрд. долл. Средняя квадратическая ошибка неэконометрических прогнозов *GNP* в период с 1959 по 1968 г., по данным Федерального резервного банка США, оказалась равной 8,1 млрд. долл.³³, а аналогичный показатель в модели Р. Фэра (для периода с 1960 по 1969 г.) составил 4,1 млрд. долл.

Сравнивая данные своей прогнозной модели с неэконометрическими методами, Р. Фэр пишет: «Искусство или наука построения эконометрических моделей все еще находится в детском возрасте.... но результаты показывают, что эта модель более пригодна для точного прогнозирования, чем неэконометрические прогнозные методы»³⁴.

Преимущества эконометрических моделей как инструмента прогнозирования перед традиционными методами заключаются в том, что они позволяют оценивать в динамике всю совокупность внутриэкономических взаимосвязей, учитывать количественно не только прямые, но и косвенные воздействия, вторичные эффекты, чего ни один эксперт сделать не может. Однако традиционные методы выгодно отличаются от эконометрических тем, что они позволяют предвидеть качественные сдвиги в экономике и учесть воздействие таких конкретных факторов, которые в моделях отражены быть не могут.

§ 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИКИ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН

Эконометрические модели относительно небольшой размерности позволяют производить сравнительный анализ некоторых объективных показателей экономики различных капиталистических стран. Методология этих исследований подразумевает общность экономической структуры и принципов функционирования экономического механизма в рассматриваемых странах, наличие адекватной статистической информации.

Первое и относительно простое направление такого рода компаритивного анализа состоит в прямом сопоставлении параметров отдельных уравнений. Поскольку большинство коэффициентов в уравнениях безразмерны, т. е. и функция, и аргумент измеряются в одинаковых стоимостных величинах, при таком анализе нет необходимости учитывать специфику национальных валют, различия в струк-

³² Zarnowitz V. Appraisal of Short-Term Economic Forecasts. New York, 1967, p. 13.

³³ Evans M., Haitovsky J., Treyz G. An Analysis of the Forecasting Properties of US Econometric Models.—In: Econometric Models of Cyclical Behavior, vol. 2. B. Hickman, ed., NBER, 1972, p. 763.

³⁴ Fair R. Op. cit., p. 246.

туре цен также не оказывают существенного влияния на чистоту эксперимента.

Сравнения значений параметров при одних и тех же факторах в уравнениях одинаковой структуры позволяют делать заключения, например, о влиянии движения тех или иных переменных доходов на формирование динамики соответствующего элемента конечного спроса, о циклической устойчивости или нестабильности отдельных экономических показателей.

Другие направления исследований требуют уже формирования сопоставимых между собой моделей экономики различных стран. При этом возникает серьезная проблема выбора уровня агрегирования переменных и соответственно размерности модели.

Данная проблема связана с различиями в отдельных элементах экономической структуры, сказывающимися с нарастающей силой по мере дезагрегирования экономических показателей. Возникает альтернатива: либо идти на создание моделей, различных по структуре, но учитывающих специфические особенности национальной экономики, либо разрабатывать модели одинаковой структуры, которые бы учитывали самые общие закономерности и были в большей степени абстрагированы от действительности.

Преимущество моделей первого типа заключается в их адекватности реальной экономике и большей достоверности получаемых результатов. Модели же второго типа позволяют проводить целый ряд прямых сопоставлений свойств различных экономических систем, но их данные обладают меньшей достоверностью по сравнению с реальной экономикой каждой конкретной страны.

В некоторой степени компромиссом в решении этой дилеммы является применение в области сравнительного анализа моделей малой размерности, основанных на таких высокоагрегированных показателях, как валовой национальный продукт, его компоненты (личное потребление, инвестиции, государственные закупки и внешняя торговля), — а также основные элементы национального дохода — заработная плата и прибыли.

Методология сопоставлений на моделях одинаковой структуры основана на принципах, уже рассмотренных нами выше применительно к эконометрическим моделям вообще. Иными словами, для каждой страны оцениваются динамические свойства моделей — период и коэффициент затухания эндогенных колебаний, трендовые компоненты решения, мультипликаторы сравниваемых экзогенных переменных. Проводится оценка влияния отдельных параметров и переменных моделей на движение системы в целом.

Данные такого рода сопоставлений, даже без введения учета различий в структуре национальной экономики, дают весьма интересный для исследователей материал как с точки зрения изучения особенностей развития отдельных стран, так и в целях создания блочных моделей экономической системы капитализма в целом.

Решение имитационных задач при компаративном анализе позволяет ставить следующий эксперимент. При одинаковой структуре моделей возможна непосредственная замена отдельных безразмерных

параметров уравнений в модели одной страны на значения соответствующих параметров, взятых из другой модели. Если же возникает необходимость замены параметров, имеющих размерность, то в первом приближении допускается их пересчет в денежные единицы другой страны с использованием официального валютного курса. Постановка таких задач весьма разнообразна. Например, какое воздействие оказывают особенности формирования потребительского спроса в данной стране (А) на движение экономики в целом по сравнению с другой страной (Б)? В этом случае мы заменяем параметры уравнения страны А на значения параметров соответствующего уравнения из модели экономики страны Б, сохраняя параметры других уравнений, а также начальные данные и экзогенные переменные прежними.

Сравнивая полученные из решения такой имитационной задачи данные с реальной статистикой, воспроизводимой в базовом варианте решения, можно сделать некоторые качественные выводы о роли национальных особенностей в формировании отдельных экономических процессов на движение экономики в целом.

Аналогичным образом можно заменять параметры одновременно двух, трех и более уравнений вплоть до полной замены всех параметров модели. Помимо замены параметров можно также подставлять начальные условия и значения случайных переменных из одной модели в другую, образуя своего рода «гибридные» модели экономики для двух стран.

Подобные эксперименты, несмотря на всю их условность и сложность интерпретации абсолютных значений переменных, полученных из решения «гибридных» моделей, позволяют проанализировать, какие же именно факторы определяют различия в развитии национальных экономик.

Получаемые в данном анализе результаты могут интерпретироваться только в относительном смысле, т. е. в сравнении с экономикой другой страны, принятой за эталон, например, мы можем сравнивать послевоенное развитие Японии, используя в качестве эталона экономику Великобритании или США. Абсолютные значения полученных при этом оценок едва ли имеют реальное экономическое содержание из-за условности эксперимента в целом.

В заключение отметим, что рассмотренные выше принципы компаративных имитационных расчетов полностью применимы для сравнения экономики одной страны в разные периоды времени. В этом случае строятся две модели развития одной и той же национальной экономики, параметры первой модели оцениваются на базе реальной статистики, например, одного экономического цикла, а параметры второго — следующего цикла.

Сложность эксперимента в данном случае состоит в необходимости учета в моделях малой размерности ряда специфических моментов каждого конкретного периода в развитии экономики. Так, если брать два послевоенных цикла в США, то на протекании первого существенно сказались особенности первых послевоенных лет и войны в Корее, а завершение второго проходило под влиянием военно-инфляционного подогрева экономики, связанного с войной во Вьетнаме.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Изложенные в двух предыдущих главах общие методологические принципы разработки и применения эконометрических моделей в экономических исследованиях были положены в основу анализа воспроизводства в США и ряде других развитых капиталистических стран.

В качестве инструмента исследований использовались агрегированные макроэкономические модели, построенные на базе квартальной статистики национальных счетов¹. Выбор данного типа моделей был продиктован следующими соображениями. Относительная их простота и малая размерность позволяют без больших вычислительных трудностей изучить механизм действия моделей, оценить их возможности, проанализировать основные закономерности капиталистического воспроизводства.

Малая размерность моделей, безусловно, не позволяет исследовать целый ряд проблем, требующих анализа дезагрегированных показателей. Однако по содержательности и достоверности суждений, полученных с их помощью, модели такого типа не уступают макроэкономическим моделям большой размерности, что подтверждается также опытом ведущих западных эконометристов. Так, Т. Хаавельмо пишет: «Конкретные результаты наших усилий по получению количественных оценок, как оказалось, часто были тем хуже, чем более уточненные инструменты... мы использовали»². Известный голландский эконометрик лауреат Нобелевской премии Ян Тинберген считает, что «общая тенденция состоит в том, чтобы ограничить в дальнейшем использование сложных понятий. Модель необязательно должна быть сложной»³.

§ 1. АНАЛИЗ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЕЙ И СВОЙСТВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Анализ отдельных уравнений. Выберем общую схему модели, основанную на взаимосвязях основных компонентов конечного продукта и национального дохода (схема 2). Согласно схеме 2, личное

¹ Приводимые в данной главе расчеты, кроме специально оговоренных случаев, основаны на следующей статистике:

а) для США — в млрд. долл. в ценах 1958 г., источники: National Income and Product Accounts, 1966; «Survey of Current Business» 1967—1972;

б) для Японии — в сотнях млрд. иен в ценах 1965 календарного года, источник: Annual Report on National Income Statistics, 1971, 1972. Все квартальные данные скорректированы на сезонные колебания и даны на годовом уровне.

² Haavelmo T. The Role of Econometrician in the Advancement of the Economic Theory.—«Econometrica», 1958, № 3.

³ Тинберген Я. и Бос Х. Математические модели экономического роста. М., 1967, с. 26.



Схема 2.

потребление определяется общей величиной доходов, чистые инвестиции — динамикой прибыли и запасами основного капитала. Личное потребление, чистые инвестиции, государственные закупки и сальдо внешних операций в сумме дают чистый конечный продукт⁴, который за вычетом косвенных налогов равен национальному доходу. Национальный доход в свою очередь распадается на два основных элемента — фонд заработной платы и фонд прибыли. Наконец, запас основного капитала получается суммированием чистых инвестиций.

Экзогенными в этой схеме являются косвенные налоги, государственные закупки и сальдо внешних операций.

В качестве основных моделируемых показателей экономики были выбраны следующие: личное потребление (C), чистые инвестиции (I) и общий фонд заработной платы (W). Динамика этих показателей функционально связывалась с различными их детерминантами, такими как национальный доход (Y), прибыли корпораций и прочие нетрудовые доходы (P) и т. д.⁵ Оценка параметров линейных уравнений производилась простым методом наименьших квадратов, при-

⁴ Чистый конечный продукт равен конечному продукту за вычетом фонда возмещения. В терминологии статистики США это чистый национальный продукт.

⁵ В этой главе вводится унифицированная система обозначений, которая будет сохранена и при анализе экономики Японии.

чем в качестве расчетной базы использовалась статистика с I квартала 1953 г. по IV квартал 1967 г.

Уравнения личного потребления:⁶

$$C = 37,94 + 0,404C_{-1} + 0,325Y + 0,687t.$$

$$(0,03) \quad (0,05) \quad (0,11) \quad (\text{VIII.1})$$

$$\bar{S} = 2,00, \quad \bar{R}^2 = 0,999;$$

$$C = 26,72 + 0,135W + 0,449P + 0,632NP + 0,525C_{-1} + 0,647t.$$

$$(0,006) \quad (0,07) \quad (0,16) \quad (0,087) \quad (0,096)$$

$$(\text{VIII.2})$$

$$\bar{S} = 1,77, \quad \bar{R}^2 = 0,999;$$

$$C = 16,27 + 0,349C_{-1} + 0,515DPI + 0,471t,$$

$$(0,093) \quad (0,078) \quad (0,09) \quad (\text{VIII.3})$$

$$\bar{S} = 2,06, \quad \bar{R}^2 = 0,999;$$

$$C = -3,99 + 0,974C_{-1} - 0,087C_{-2} + 0,103Y,$$

$$(0,146) \quad (0,127) \quad (0,043) \quad (\text{VIII.4})$$

$$\bar{S} = 2,62, \quad \bar{R}^2 = 0,998;$$

$$C = 73,32 + 0,511(Y + L) - 19,194d_C + 1,111t,$$

$$(0,016) \quad (37,8) \quad (0,174) \quad (\text{VIII.5})$$

$$\bar{S} = 2,61, \quad \bar{R}^2 = 0,998;$$

$$C = -12,05 + 0,860DPI + 0,094DPI_{-1},$$

$$(0,2) \quad (0,2) \quad (\text{VIII.6})$$

$$\bar{S} = 5,79, \quad \bar{R}^2 = 0,996;$$

$$C = -9,10 + 0,743Y + 0,051Y_{-1},$$

$$(0,18) \quad (0,18) \quad (\text{VIII.7})$$

$$\bar{S} = 8,29, \quad \bar{R}^2 = 0,992,$$

где DPI — чистые доходы населения, т. е. доходы после уплаты налогов;

d_C — индекс цен на потребительские товары (1958 г. равен 1,00);
 $Y + L$ — чистый национальный продукт (национальный доход в рыночных ценах);

L — косвенные налоги;

NP — прочие нетрудовые доходы;

\bar{S} — скорректированная на длину выборки стандартная ошибка уравнения;

⁶ Уравнения (VIII.6) и (VIII.7) оценены на базе с I квартала 1948 г. по IV квартал 1967 г. В скобках приведены стандартные ошибки соответствующих коэффициентов регрессии. Индекс «-1» означает, что берется значение данного показателя за предшествующий квартал.

\bar{R}^2 — скорректированный коэффициент множественной детерминации;

t — время (номер квартала, начиная с I квартала 1953 г.).

Непосредственное сопоставление параметров и точностных характеристик приведенных уравнений позволяет сделать ряд выводов.

Сопоставление уравнений (VIII.1) и (VIII.2) приводит к заключению, что дезагрегирование доходов на заработную плату, прибыли корпораций и прочие нетрудовые доходы заметно улучшает точность описания динамики потребительских расходов, причем сравнение существенности коэффициентов⁷ уравнения (VIII.2) показывает, что решающее влияние на потребление оказывает движение заработной платы.

Сравнивая уравнения (VIII.1) и (VIII.3), можно установить, что в период с 1953 г. значительной разницы в воздействии на динамику потребления между национальным доходом и чистыми доходами населения нет. Если же сравнить уравнения (VIII.6) и (VIII.7), то значительная разница их точностных характеристик говорит о том, что в первые послевоенные годы и во время корейской войны динамика личного потребления подвергалась сильному влиянию трансфертных платежей и налогов.

Приведенные уравнения показывают, что личное потребление определяется главным образом динамикой текущих доходов и в меньшей степени — доходов прошлого квартала. Корреляция с доходами или потреблением более ранних периодов не обнаружена.

Введение в уравнения лагового (т. е. запаздыванием на один квартал) потребления заметно повышает их точность. Это отражает весьма устойчивый характер потребления в послевоенные годы в США, развитие потребительского кредита, рост рынков новых товаров. Нужны значительные скачки в уровне доходов, чтобы привести к заметным отклонениям в личном потреблении.

В уравнении (VIII.5) был введен индекс — влияние цен потребительских товаров. Коэффициент регрессии при индексе цен, как и следовало ожидать, оказался отрицательным, однако значение коэффициента в данной комбинации переменных статистически недостоверно.

Коэффициенты множественной детерминации во всех уравнениях личного потребления оказались высокими. В этой ситуации более приемлемым критерием при сопоставлении точностных характеристик уравнений являются их стандартные ошибки.

Инвестиционные уравнения⁸:

$$I = 0,295 + 0,669PC + 0,281PC_{-1} - 0,314PC_{-2}, \\ (0,204) \quad (0,223) \quad (0,297) \quad (\text{VIII.8}) \\ \bar{S} = 4,20, \quad \bar{R}^2 = 0,713;$$

⁷ Под существенностью коэффициента, как указывалось выше, мы понимаем отношение его значения к соответствующей стандартной ошибке.

⁸ Уравнения (VIII.13) и (VIII.14) рассчитаны на базе с I квартала 1948 г. по IV квартал 1967 г.

$$I = 9,876 + 1,094PC + 0,126PC_{-1} - 0,045K_{-1},$$

$$(0,114) \quad (0,114) \quad (0,004) \quad (\text{VIII.9})$$

$$\bar{S} = 2,32, \bar{R}^2 = 0,912;$$

$$I = 17,066 + 0,437I_{-1} + 0,398P - 47,102d_I,$$

$$(0,083) \quad (0,061) \quad (19,2) \quad (\text{VIII.10})$$

$$\bar{S} = 3,03, \bar{R}^2 = 0,851;$$

$$I = 7,642 + 0,198I_{-1} + 1,002PC - 0,037K_{-1},$$

$$(0,069) \quad (0,088) \quad (0,004) \quad (\text{VIII.11})$$

$$\bar{S} = 2,19, \bar{R}^2 = 0,922;$$

$$I = -8,626 + 0,335I_{-1} + 0,816P - 0,054K_{-1},$$

$$(0,077) \quad (0,073) \quad (0,007) \quad (\text{VIII.12})$$

$$\bar{S} = 2,65, \bar{R}^2 = 0,885;$$

$$I = 15,374 + 0,976PC - 0,037K_{-1},$$

$$(0,122) \quad (0,006) \quad (\text{VIII.13})$$

$$\bar{S} = 6,11, \bar{R}^2 = 0,455;$$

$$I = 14,296 + 1,849UP - 0,011K_{-1},$$

$$(0,133) \quad (0,002) \quad (\text{VIII.14})$$

$$\bar{S} = 3,90, \bar{R}^2 = 0,778,$$

где PC — прибыли корпораций до вычета налогов;

UP — нераспределенные прибыли корпораций;

d_I — индекс цен на инвестиционные товары (1958 г. равен 1,00);

K — запас основного капитала на конец квартала.

Как и в случае уравнений потребления, анализ уравнений (VIII.8) и (VIII.9) показывает, что связь инвестиций с доходами полугодовой и даже квартальной давности весьма неустойчива и главную роль в формировании инвестиционного процесса играют текущие прибыли корпораций. Это можно объяснить тем, что в послевоенные годы акцент в ряду стимулов к инвестированию все более переносится с итогов прошлой деятельности корпораций на перспективные оценки экономической ситуации в будущем, а методика таких оценок в значительной степени базируется на текущих, а не на прошлых значениях переменных. Данному процессу способствует также развитие внутрифирменной организации и планирования и сокращение под влиянием научно-технического прогресса сроков реализации инвестиций.

Введение в уравнения величины запасов основного капитала приводит к заметному повышению их точности, следовательно, вор-

ма прибыли играет более важную роль в инвестировании, чем абсолютная величина прибылей⁹.

Что касается переменной «прибыли», то сравнительный анализ уравнений (III.11)–(III.14) показывает, что в самом первом приближении прибыли можно понимать как разность между национальным доходом и фондом заработной платы. Более тесная корреляция наблюдается в случае использования переменной «прибыли корпораций до вычета налогов». Наиболее подходящим аналогом этой переменной оказываются «нераспределенные прибыли корпораций», которые являются основным источником финансирования инвестиций и, следовательно, важным детерминантом инвестиционного процесса. Однако переход к последнему двум переменным требует либо введения в систему дополнительных экзогенных переменных, либо увеличения размерности модели¹⁰.

Уравнение (VII.10) отражает существенное негативное влияние роста цен инвестиционных товаров на динамику капиталовложений.

Уравнения фонда заработной платы:

$$W = 6,562 + 0,659Y + 0,381t, \\ (0,019) \quad (0,007) \quad (\text{VIII.15})$$

$$\bar{S} = 2,92, \quad \bar{R}^2 = 0,997;$$

$$W = 3,796 + 0,625(Y + L) + 0,253t, \\ (0,021) \quad (0,089) \quad (\text{VIII.16})$$

$$\bar{S} = 3,34 \quad \bar{R}^2 = 0,996;$$

$$W = 3,937 + 0,329Y + 0,536W_{-1} + 0,131t, \\ (0,021) \quad (0,031) \quad (0,033) \quad (\text{VIII.17})$$

$$\bar{S} = 1,18, \quad \bar{R}^2 = 0,999;$$

$$W = -4,587 + 0,233Y - 0,171(Y - Y_{-1}) + 0,680W_{-1} + 0,073t. \\ (0,038) \quad (0,059) \quad (0,058) \quad (0,039)$$

$$\bar{S} = 1,10, \quad \bar{R}^2 = 0,9996; \quad (\text{VIII.18})$$

$$W = -5,368 + 0,417Y - 0,196Y_{-1} + 0,703W_{-1} + 0,056t, \\ (0,032) \quad (0,056) \quad (0,055) \quad (0,037) \quad (\text{VIII.19})$$

$$\bar{S} = 1,07, \quad \bar{R}^2 = 0,9996.$$

⁹ Сочетание положительного коэффициента при прибыли и отрицательного при капитале можно рассматривать как линеаризованную форму отношения прибыли к капиталу, т. е. как норму прибыли.

¹⁰ Это связано с необходимостью описания динамики налогов на прибыли корпораций, дивидендов и поправки на изменение товарных запасов корпорации.

Серия уравнений фонда заработной платы в целом базируется на том, что, с одной стороны, заработка плата является основной частью национального дохода, а с другой стороны, ее динамика более циклически устойчива, чем динамика национального дохода. В частности, относительная циклическая устойчивость этого показателя связана с влиянием экономической борьбы трудящихся за повышение заработной платы. Уравнения (VIII.15) и (VIII.16) показывают, что динамика фонда заработной платы более точно определяется динамикой национального дохода, а не чистого национального продукта.

Введение в уравнения лагового значения фонда заработной платы приводит к заметному повышению его точности при весьма тесной корреляции с этой переменной, поскольку заработка плата является наиболее устойчивой категорией доходов.

Что касается переменной времени, отражающей эффективность экономической борьбы трудящихся за повышение реальной заработной платы, то по сравнению с довоенным периодом ее роль возросла, что видно из рассмотрения коэффициентов при t в двух первых уравнениях, наиболее сходных по структуре с довоенными¹¹. Снижение же этих коэффициентов в уравнениях (VIII.17)–(VIII.19) объясняется введением лаговой переменной фонда заработной платы, которая в некоторой степени отражает те же явления, что и временной тренд.

Уравнения (VIII.18) и (VIII.19) иллюстрируют, какую роль в разработке регрессионных моделей играет тот или иной подбор переменных в правой части.

Если раскрыть скобки в уравнении (VIII.18) и произвести соответствующие арифметические операции, то окажется, что коэффициент при Y будет значительно ниже, чем в уравнении (VIII.19), а коэффициент при Y_{-1} даже окажется положительным (при отрицательном его значении в уравнении (VIII.19)). Отсюда следует, что связь заработной платы с динамикой национального дохода в целом является устойчивой (так как суммы коэффициентов при Y и Y_{-1} одинаковы), но временной ее характер довольно сложен.

На базе рассмотренных серий уравнений можно составить значительное количество малоразмерных моделей, комбинируя уравнения в разных сочетаниях. В соответствии с выбранной выше блок-схемой записи модель в следующем виде, присвоив ей индекс ПК-531¹²:

¹¹ Сравнение производилось с соответствующими параметрами довоенных моделей Л. Клейна, где они были равны (в пересчете на квартальный шаг модели) 0,032 (Klein L. The Economic Fluctuations in the United States 1921–1941. New York, 1950, p. 58–80).

¹² Индекс расшифровывается следующим образом: модель послевоенной экономики с квартальным шагом, расчетная база для оценки параметров начинается с 1953 г. Уравнение (VIII.23) было введено в модель с целью сократить количество экзогенных переменных.

Модель ПК-531

$$C = 37,94 + 0,404C_{-1} + 0,325Y + 0,687t + u_C, \quad (VIII.20)$$

$$(0,085) \quad (0,047) \quad (0,108) \quad (VIII.20)$$

$$\bar{S} = 2,00, \bar{R}^2 = 0,999;$$

$$I = -8,63 + 0,335I_{-1} + 0,616P - 0,051K_{-1} + u_I, \quad (VIII.21)$$

$$(0,077) \quad (0,073) \quad (0,007) \quad (VIII.21)$$

$$\bar{S} = 2,65, \bar{R}^2 = 0,885;$$

$$W = -5,37 + 0,417Y - 0,196Y_{-1} + 0,703W_{-1} + 0,056t + u_W, \quad (VIII.22)$$

$$\bar{S} = 1,07, \bar{R}^2 = 0,999; \quad (VIII.22)$$

$$L = 4,80 + 0,697L_{-1} + 0,066G + 0,076t + u_L, \quad (VIII.23)$$

$$(0,084) \quad (0,026) \quad (0,028) \quad (VIII.23)$$

$$\bar{S} = 1,11, \bar{R}^2 = 0,979.$$

$$Y + L = C + I + G; \quad (VIII.24)$$

$$Y = W + P; \quad (VIII.25)$$

$$K = K_{-1} + 0,25I, \quad (VIII.26)$$

где G — государственные закупки товаров и услуг плюс сальдо внешних операций;

u — случайные ошибки соответствующих уравнений.

Чтобы оценить временную устойчивость параметров основных уравнений модели, проводилась серия специальных расчетов. За основу была взята структура трех первых уравнений модели — (VIII.20)–(VIII.22).

Коэффициенты регрессии и другие статистические показатели этих уравнений рассчитывались на разной временной базе. Последним во всех вариантах был IV квартал 1968 г. За начальный квартал выбирался последовательно I квартал 1953, 1954, 1955 гг. и т. д. до 1964 г. включительно, что соответствовало $t=1, 5, 9, \dots, 45$. Результаты расчетов приведены на рис. 7.

В уравнении личного потребления, если отбросить последний вариант ($t=45-64$), который дает значительные искажения вследствие относительно малого числа наблюдений, приведенные результаты обнаруживают очевидные тенденции в динамике коэффициентов.

Имевшее место до кризиса 1957–1958 гг. снижение роли доходов в формировании потребительского спроса сменилось значительным возрастанием ее в последующий период. До этого кризиса личное потребление в американской экономике в известной степени определялось уникальными условиями послевоенного периода, в частности, так называемым отложенным спросом, постепенной нормализацией сферы потребительского кредита и т. д. В последующий же период основным детерминантой личного потребления становит-

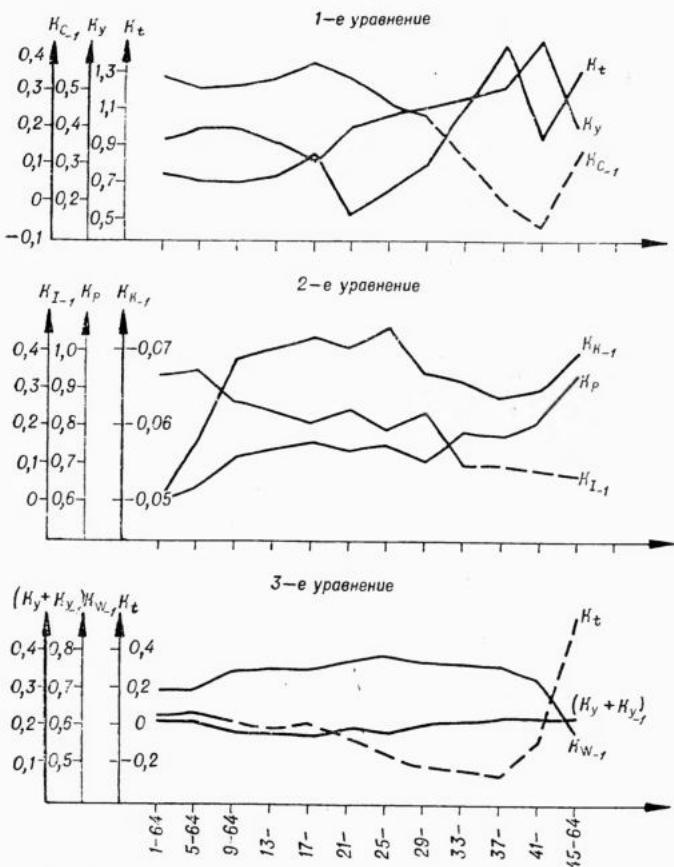


Рис. 7. Динамика коэффициентов уравнений модели ПК-531 при разных расчетных базах (штриховой линией показана область несущественных значений коэффициента).

ся уровень текущих доходов. В этом смысле кризис 1957—1958 гг. можно рассматривать как водораздел, до которого экономика функционировала в «ненормальных» послевоенных условиях.

Если говорить о взаимодействии доходных и трендовых факторов инвестиционного уравнения (коэффициенты соответственно при прибыли и лаговом значении инвестиций), то можно обнаружить довольно отчетливые тенденции к возрастанию роли первых и падению роли вторых в формировании инвестиционного процесса, вплоть до несущественности связи с лаговыми инвестициями в последние периоды (хотя ослабление связи с лаговыми переменными может быть связано с сокращением расчетной базы). Эти результаты подтверждают положение о том, что в послевоенный период основным детерминантом инвестиционного процесса становится текущая, а не предшествующая ситуация в экономике.

Возрастание коэффициента при капитале до кризиса 1957—1958 гг., его последующее падение и, наконец, возрастание в последний период — все это наводит на мысль о циклическом характере связи. Структура рассматриваемой модели (и отдельно инвестиционного уравнения) такова, что данный коэффициент отражает отрицательную обратную связь в системе, и с его возрастанием по абсолютной величине увеличивается общая неустойчивость системы. С экономической точки зрения эта связь отражет механизм воздействия циклического перенакопления капитала на инвестиционный процесс. Поэтому возрастание коэффициента по абсолютной величине в период кризиса и падение в период подъема подтверждают соответствующие положения марксистской теории экономического цикла.

Что касается уравнения фонда заработной платы, то его коэффициенты проявляют весьма высокую устойчивость, некоторые отклонения \dot{K}_{w-1} и K_t связаны с несущественностью последнего.

Аналогичный эксперимент проводился с другим принципом выбора расчетной базы. Уравнения модели ПК-531 рассчитывались на базе в 20 кварталов при следующих разбиениях: $t=1-20$, $t=21-40$, $t=31-50$, $t=41-60$. Полученные результаты в целом подтвердили выводы, сделанные на основании предыдущего эксперимента.

Аналогичная рассмотренной структура уравнений была положена в основу разработки агрегированных моделей послевоенной экономики Японии. В табл. 72—75 приведены сопоставимые значения параметров основных уравнений модели ПК-531, аналогичной модели, параметры которой оценивались двухшаговым методом наименьших квадратов — ПК-531/2, и японской модели ПКЯ-1 и ее аналога с двухшаговой оценкой параметров ПКЯ-1/2.

Если сравнивать соответствующие параметры уравнений личного потребления в моделях США и Японии, то можно обнаружить очевидное различие между ними, состоящее в том, что доминирующей переменной в правой части уравнения японских моделей является лаговое потребление. Коэффициенты при этой переменной оказываются в 1,6—1,9 раза больше, чем соответствующие коэффициенты американских моделей.

Возрастание роли лаговой переменной сопровождается значительным снижением роли текущих доходов в формировании динамики личного потребления. Это объясняется тем фактом, что японскому потребителю присуща склонность к сбережению значительной части текущих доходов. В экономике США норма сбережения текущих доходов потребителями ниже. Такое поведение японских потребителей приводило к тому, что колебания в текущих доходах, которые были относительно невелики в рассматриваемый период времени, демпфировались за счет личных сбережений и поэтому значительного влияния на динамику потребления не оказывали.

Рост личного потребления в Японии в 50—60-е годы происходил под воздействием изменения жизненных стандартов (переход к европейским потребительским стандартам), долговременной тенденции к росту реальных доходов и ряда других причин, суперпозиция которых давала в целом трендовую картину в движении личного пот-

Таблица 72

Уравнение личного потребления
 $C = a_0 + a_1 C_{-1} + a_2 Y + a_3 t$

Модель	a_0	a_1	a_2	a_3	\bar{S}	\bar{R}^2
США						
ПК-531	37,94154	0,404020	0,324750	0,686883	2,00	0,999
ПК-531/2	31,21395	0,524776	0,256823	0,567102	2,01	0,999
Япония						
ПКЯ-1	6,02392	0,758495	0,122527	0,181040	1,40	0,990
ПКЯ-1/2	3,46803	0,854843	0,084816	0,090311	1,38	0,989

Таблица 73

Уравнение чистых инвестиций
 $I = b_0 + b_1 I_{-1} + b_2 P + b_3 K_{-1}$

Модель	b_0	b_1	b_2	b_3	\bar{S}	\bar{R}^2
США						
ПК-531	-8,62645	0,335231	0,615610	-0,051031	2,65	0,885
ПК-531/2	-7,15146	0,417166	0,507537	-0,040638	2,71	0,880
Япония						
ПКЯ-1	-25,81334	0,465680	0,674009	-0,025631	3,71	0,986
ПКЯ-1/2	-22,84296	0,492991	0,606230	-0,019381	4,45	0,981

Таблица 74

Уравнение чистых инвестиций в основной капитал
 $IF = c_0 + c_1 IF_{-1} + c_2 P + c_3 KF_{-1}^*$

Модель	c_0	c_1	c_2	c_3	\bar{S}	\bar{R}^2
США						
ПК-536	4,82129	0,630571	0,212040	-0,022889	1,14	0,923
Япония						
ПКЯ-2	-13,14937	0,621539	0,355678	-0,008297	1,80	0,995

* IF — чистые инвестиции в основной капитал; KF — запас основного капитала, полученный суммированием IF .

Таблица 75

Уравнение фонда заработной платы
 $W = d_0 + d_1 W_{-1} + d_2 Y + d_3 Y_{-1} + d_4 t$

Модель	d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	\bar{S}	\bar{R}^2
США							
ПК-531	-5,36814	0,703163	0,416525	-0,196275	0,055614	1,07	0,996
ПК-531/2	-4,11426	0,628097	0,286421	-0,019121	0,106806	1,26	0,998
Япония							
ПК-1	-1,47609	0,889400	0,142598	-0,067380	0,010617	0,84	0,999
ПКЯ-1/2	-2,47312	0,789305	0,132659	-0,003575	0,037912	1,13	0,999

ребления. Все эти обстоятельства и нашли свое отражение в структуре уравнения.

Уравнение чистых инвестиций в основной капитал было введено в рассмотрение, так как ранее использовавшаяся переменная чистых инвестиций содержит изменение оценки товарных запасов и поэтому не является в полном смысле капитaloобразующим показателем. Модели ПК-536 и ПКЯ-2 вместо прежнего инвестиционного уравнения содержат уравнение чистых инвестиций в основной капитал. Однако, поскольку в этих моделях необходимо экзогенно задавать динамику товарных запасов, последующие расчеты осуществлялись главным образом на моделях ПК-531 и ПКЯ-1, а модели ПК-536 и ПКЯ-2 использовались только для некоторых сопоставлений.

Сравнение параметров обоих инвестиционных уравнений, т. е. для I и IF , показывает, что коэффициенты при текущих доходах, т. е. прибыли, и при лаговых инвестициях меняются незначительно при переходе от американской экономики к японской. В целом и тот и другой несколько увеличиваются.

Значительно изменяются в этих уравнениях коэффициенты (при лаговом капитале при сохранении отрицательного знака). В среднем для экономики Японии их абсолютное значение оказывается в 2 раза меньше. Такое изменение, согласно нашим предположениям, должно сказаться на динамических свойствах системы, так как через коэффициент при лаговом капитале осуществляется отрицательная обратная связь в модели.

Основной причиной уменьшения абсолютного значения коэффициента при капитале в японских моделях является то, что этот коэффициент отражает отрицательное воздействие перенакопления основного капитала на инвестиционный процесс. В условиях относительной нехватки капитала в японской экономике в послевоенные годы отрицательный эффект его перенакопления, естественно, должен быть значительно ниже.

Некоторое увеличение коэффициентов при лаговых инвестициях и прибылях (с учетом поправки на валютный курс константы в уравнениях примерно одинаковы) объясняется более интенсивным процессом накопления и относительно большей долей фонда накопления в национальном доходе Японии. В целом же, если рассматривать сопоставимые ряды американской и японской статистик национальных счетов, можно обнаружить ряд важных отличий. В японской экономике доля прибылей в национальном доходе значительно выше, чем в экономике США. Несмотря на тенденцию к сокращению этого разрыва отношение P/Y в Японии сейчас составляет 46%, а в США — 25%, или почти в 2 раза меньше.

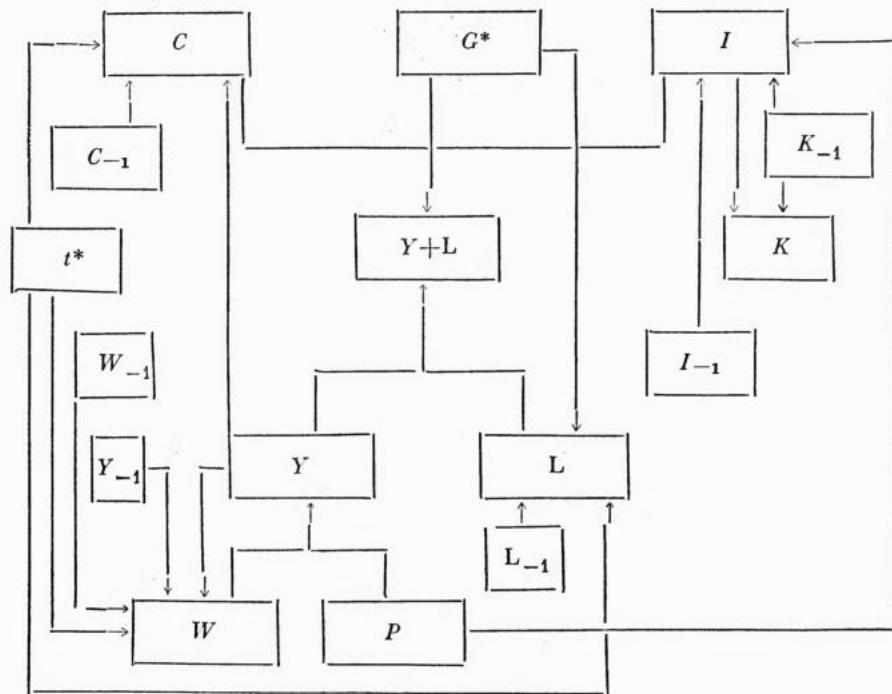
Относительно низкий уровень заработной платы в Японии позволяет капиталистам присваивать значительную часть национального дохода, что ведет к большей по сравнению с США доле фонда накопления в национальном продукте. Отношение чистых инвестиций к чистому национальному продукту составляет в Японии более 30%, в то время как в США оно существенно меньше — 10%. Такое

распределение доходов и соответствующий состав конечного продукта отличают Японию от ряда ведущих капиталистических стран.

Что касается уравнений фонда заработной платы, то здесь при переходе от американской экономики к японской наблюдается некоторое увеличение коэффициента при лаговой заработной плате и более значительное сокращение коэффициентов при текущей и лаговой переменных национального дохода. Однако если учесть, что доля заработной платы в национальном доходе Японии в 1,5 раза ниже, чем в США, то влияние различия в абсолютных значениях коэффициентов при Y и Y_{-1} на общую динамику модели будет не столь большим.

Динамические свойства моделей. Рассмотренные выше модели экономики США (ПК-531) и Японии (ПКЯ-1) могут быть представлены в виде схемы 3 (звездочкой отмечены экзогенные переменные).

Моделям данного типа потенциально присуща циклическая неустойчивость, т. е. они содержат элементы механизма экономического цикла. Первый элемент — отрицательная обратная связь через запас основного капитала (K_{-1} в инвестиционном уравнении), отражающая отрицательное воздействие перенакопления капитала на инвестиционный процесс и циклическую динамику нормы прибыли. Второй элемент — связь, отражающая влияние фактора распределения доходов на динамику личного потребления и капиталовложения.



Cxema 3.

ний. Эта связь прослеживается через тождество доходов (VIII.25), уравнение заработной платы (VIII.22) и доходные компоненты уравнений (VIII.20) и (VIII.21).

Однако будут ли данным моделям присущи колебательные движения или нет, зависит от значений параметров, входящих в уравнения, которые определяются на базе вероятностных оценок связей между реальными экономическими показателями.

Оценим динамические свойства моделей согласно методике, рассмотренной в гл. II. Характеристические уравнения моделей будут иметь следующий вид:

ПК-531:

$$\lambda^5 - 3,720\lambda^4 + 5,554\lambda^3 - 4,124\lambda^2 + 1,501\lambda - 210 = 0;$$

ПК-536:

$$\lambda^5 - 3,799\lambda^4 + 5,713\lambda^3 - 4,250\lambda^2 + 1,562\lambda - 0,226 = 0;$$

ПКЯ-1:

$$\lambda^5 - 3,025\lambda^4 + 2,637\lambda^3 + 0,452\lambda^2 - 1,617\lambda + 0,580 = 0;$$

ПКЯ-1/2

$$\lambda^5 - 3,145\lambda^4 + 3,235\lambda^3 - 0,612\lambda^2 - 0,877\lambda + 0,399 = 0;$$

ПКЯ-2:

$$\lambda^5 - 2,979\lambda^4 + 2,690\lambda^3 - 0,055\lambda^2 - 1,030\lambda + 0,374 = 0.$$

Решение этих уравнений во всех случаях давало по три действительных и по паре комплексно-сопряженных корней. Именно наличие последних и определяет колебательные свойства системы.

Приведенные в табл. 76 данные свидетельствуют о том, что как моделям США, так и моделям Японии присущи эндогенные колебания, отражающие циклическую неустойчивость капиталистической экономики. При этом можно обнаружить две существенно отличные по периоду гармоники (4 года и 8 лет для США и 5 и 8,5 года для Японии). Одна из них, с коротким периодом, относится к моделям, где динамика чистых инвестиций включает в себя изменения товарных запасов, поэтому колебания продолжительностью 4–5 лет могут быть объяснены именно спецификой движения этого показателя. Например, в США в послевоенный период ход циклического воспро-

Таблица 76

Динамические характеристики моделей

Модель	Корни характеристического уравнения				Коэффициент затухания колебаний r	Период колебаний (кварталы) T
	λ_1	λ_2	λ_3	$\lambda_{4,5}$		
ПК-531	0,965	0,697	0,378	0,840	$\pm 0,346i$	0,91
ПК-536	1,068	0,697	0,489	0,773	$\pm 0,157i$	0,79
ПКЯ-1	0,982	0,743	-0,717	1,008	$\pm 0,304i$	1,05
ПКЯ-1/2	0,979	0,869	-0,512	0,905	$\pm 0,310i$	0,96
ПКЯ-2	0,992	0,747	-0,585	0,913	$\pm 0,171i$	0,93

изводства нарушался промежуточными кризисами, связанными с резким расхождением между предложением и спросом.

Вторая гармоника с периодом колебаний 8—8,5 лет относится к моделям, в которых изменения запасов исключены из эндогенной системы, и поэтому основой этих колебаний является противоречие процесса производственного накопления, когда в ходе инвестиционного бума создаются излишние запасы основного капитала, отрицательно воздействующие на последующие инвестиции.

Таким образом, рассматриваемые модели объясняют механизм циклических и промежуточных кризисов в послевоенной экономике, подтверждая основные закономерности динамики капиталистического воспроизводства, раскрытые в марксистской теории циклов.

Интересно отметить, что коэффициент затухания колебаний примерно равен 1,0. С учетом статистических и вычислительных погрешностей это свидетельствует о незатухающем характере циклических колебаний в системе.

Близость к 1,0 значения доминирующего действительного корня в моделях отражает тот факт, что трендовые составляющие эндогенной системы данного вида нельзя отнести ни к возрастающим, ни к убывающим. Общая же тенденция к росту всех эндогенных показателей в этом случае определяется движением экзогенных переменных системы.

Следующим этапом в анализе динамических свойств моделей был расчет импульсных и распределенных мультипликаторов экзогенных переменных. Импульсный мультипликатор государственных расходов $M_y(G)$, т. е. прирост национального дохода, вызванный в текущем квартале единичным приростом G , в моделях данной структуры определяется по следующей формуле:

$$M_y(G) = (1 - b_2) \sum_0^{\infty} A^i \quad (i \text{ — целое}),$$

где $A = a_2 + b_2(1 - d_2)$

Если мы отвлечемся от связи косвенных налогов с государственными расходами (а это можно сделать ввиду малой величины коэффициента в одних случаях и несущественности его — в других) и вычтем из значения импульсного мультипликатора 1,0, т. е. то, что непосредственно привнесено на первом шаге единичным импульсом государственных расходов, формула для расчета «чистого» мультипликатора приобретет вид

$$\overline{M}_y(G) = \sum_1^{\infty} A^i = \frac{A}{1 - A}.$$

Таким образом, мультипликативные свойства данной системы определяются значениями коэффициентов при так называемых «доходных» переменных в модели, т. е. значениями a_2 , b_2 и d_2 .

Величина коэффициента a_2 (параметр зависимости личного потребления от доходов) лежит в пределах от 0,085 (ПКЯ-1/2) до 0,324 (ПК-531), коэффициента b_2 (параметр зависимости чистых инвестиций от прибылей) — в пределах от 0,508 (ПК-531/2) до

0,674 (ПКЯ-1) и, наконец, коэффициента d_2 (параметр зависимости фонда заработной платы от текущего национального дохода) — от 0,132 (ПКЯ-1/2) до 0,416 (ПК-531). При этом значения параметров a_2 , b_2 , d_2 оказываются ниже при оценке их двухшаговым методом наименьших квадратов.

При относительной устойчивости коэффициента b_2 можно заметить, что два других параметра изменяются довольно согласованно, т. е. большему значению a_2 соответствует большее значение d_2 и наоборот. Расчет чистых импульсных мультипликаторов (для полной сравнимости связь L с G исключена) был проведен по данным коэффициентам всех рассмотренных моделей и для контроля — эмпирически, т. е. методом единичного импульса.

Как видно из табл. 77, значения чистых импульсных мультипликаторов зависят не столько от выбора страны, сколько от структуры моделей и методов оценки параметров¹³. Очевидно, что в случае оценки параметров двухшаговым методом наименьших квадратов величина чистого импульсного мультипликатора оказывается ниже, чем в случае оценки простым методом наименьших квадратов.

Т а б л и ц а 77

Чистые импульсные мультипликаторы государственных расходов

Параметр	ПК-531	ПК-536	ПК-531/2	ПКЯ-1	ПКЯ-2	ПКЯ-1/2
A	0,685	0,449	0,625	0,701	0,431	0,610
$M_u (G)$	2,17	0,815	1,67	2,34	0,757	1,57

Более существенная разница в значениях мультипликаторов наблюдается при переходе от моделей, построенных на чистых инвестициях, включающих изменения запасов, к моделям, в которых изменения запасов суммируются в переменной государственных расходов и задаются экзогенно.

Меньшая величина мультипликаторов во втором случае определяется более низкими значениями коэффициентов при прибылях в инвестиционных уравнениях (b_2 , c_2). С одной стороны, это отражает тот факт, что динамика инвестиций, направляемых непосредственно на увеличение основных фондов, в меньшей степени подвержена влиянию колебаний конъюнктуры, чем инвестиции, содержащие изменения запасов. С другой стороны, движение экзогенной компонента конечного продукта, включающего в себя изменения запасов, становится более устойчивым и снижение величины ее мультипликатора способствует смягчению воздействия краткосрочных флюктуаций конъюнктуры на работу модели в целом.

Тот факт, что мультипликаторы государственных расходов в сопоставимых по структуре и методу оценки параметров моделях

¹³ Например, в Уортонской модели экономики США, содержащей несколько десятков уравнений, мультипликаторы государственных расходов для конечного продукта и личного потребления соответственно равны 1,98 и 0,77 (Evans M., Klein L. The Wharton Econometric Forecasting Model, p. 56).

США и Японии оказались практически равными при существенно различной доле и структуре государственных затрат, представляет самостоятельный интерес и требует дальнейших исследований в этом направлении. В первом приближении он свидетельствует о равной эффективности краткосрочного регулирования экономики путем изменения государственного спроса в этих двух странах.

Оценка распределенных мультипликаторов государственных расходов относительно национального дохода $M_Y(G)$, чистых инвестиций $M_I(G)$ и личного потребления $M_C(G)$ производилась только для модели ПК-531.

Начальное значение распределенного мультипликатора совпадает со значением чистого импульсного мультипликатора.

Полученные результаты (рис. 8) свидетельствуют, что изменение распределенных мультипликаторов имеет колебательный характер, совпадающий с общими динамическими свойствами модели.

Анализ фазовых характеристик распределенных мультипликаторов обнаруживает интересную особенность, а именно мультипликатор государственных расходов для инвестиций сдвинут по фазе на один квартал назад относительно мультипликатора для национального дохода и на два квартала назад относительно мультипликатора для личного потребления.

Этот факт свидетельствует о том, что конституирующими элементом циклического движения являются инвестиции и фаза кризиса начинается с падения инвестиций, а фаза подъема — с их интенсивного роста. Наиболее инерционным элементом национального дохода является личное потребление, т. е. даже когда доходы начинают сокращаться, сокращение продолжает свое предыдущее движение. Национальный доход, усредняет эти две динамики и по фазе занимает промежуточное положение.

Последовательность «инвестиции — доходы — потребление» соответствует механизму циклического взаимодействия этих элементов, а лаг в один квартал между отдельными элементами связан, по-видимому, с тем, что в модели нет взаимосвязей с распределенными лагами.

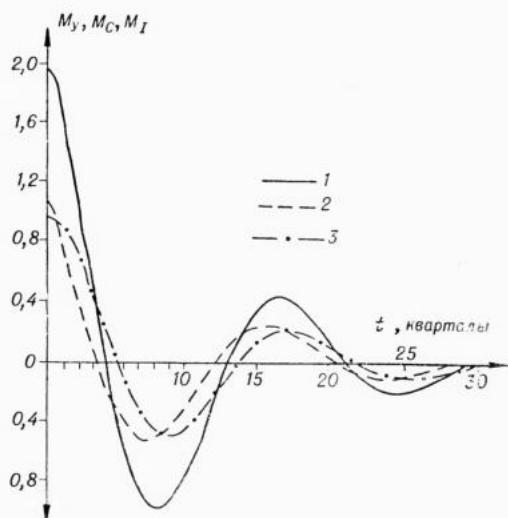


Рис. 8. Распределенные мультипликаторы государственных расходов:

1 — национальный доход (M_Y); 2 — личное потребление (M_C); 3 — чистые инвестиции (M_I).

Рассмотрим оценку суммарного воздействия единичного прироста государственных расходов на основные элементы конечного продукта. Для этого кривые, показанные на рис. 8, представим в виде следующего уравнения:

$$X = M_X \cdot r^t \cos t,$$

где X — элемент конечного спроса (например, I , C);

M_X — значение соответствующего импульсного мультипликатора;

t — период колебаний;

r — коэффициент затухания (за один период).

Если взять определенный интеграл от правой части в пределах от 0 до ∞ , то получим следующую величину:

$$\int_0^\infty M_X r^t \cos t dt = \frac{\ln r}{\ln^2 r - 1} M_X.$$

Отсюда видно, что среднеинтегральный прирост X будет стремиться к 0 при $r \rightarrow 1,0$. В случае же затухающих колебаний, т. е. при $r < 1,0$, среднеинтегральный прирост X , вызванный единичным приростом государственных расходов, будет отрицательным. Это справедливо в том случае, если мы имеем «чистую» косинусоиду, т. е. кривая начинается с точки максимума. Если же первый максимум сдвинут по фазе относительно начала отсчета, то суммарный эффект будет равен площади, заключенной между осью ординат и вертикалью, опущенной из точки первого максимума. В этом плане интерес представляет тот факт, что в распределенных мультипликаторах японских моделей первый максимум, как правило, сдвинут на 1—2 квартала от точки отсчета.

Помимо мультипликаторов государственных расходов были рассчитаны также импульсные мультипликаторы случайных ошибок отдельных уравнений моделей. Задачей этого исследования было оценить и сравнить общие точностные характеристики отдельных моделей, существенное влияние на которые оказывают не столько абсолютные значения стандартных ошибок, сколько мультипликативные свойства системы.

В соответствии с этим положением за критерий общей точностной характеристики моделей примем произведение стандартных ошибок основных уравнений (личного потребления, инвестиций и зарплатной платы) на их мультипликаторы относительно национального дохода. Сопоставимые результаты этих расчетов приведены в табл. 78.

Точностные характеристики моделей США и Японии были бы полностью сопоставимы, если бы иены перевести в доллары и взять относительные величины. Первая процедура уменьшает данные правой половины таблицы в 3 с лишним раза, но с учетом того, что сейчас конечный продукт США почти в 4 раза больше конечного продукта Японии (в ценах 1965 г.), можно сказать, что точностные характеристики японских моделей несколько хуже, чем моделей США главным образом из-за ошибок уравнений чистых инвестиций.

Точностные характеристики моделей

Параметр	ПК-531	ПК-531/2	ПК-531/3*	ПК-536	ПКЯ-1	ПКЯ-1/2	ПКЯ-2
$M_{u_e} \cdot \bar{S}_c$	6,30	5,28	5,04	3,63	4,67	3,54	2,446
$M_{u_I} \cdot \bar{S}_I$	8,34	7,11	6,48	2,07	12,38	11,43	3,14
$M_{u_W} \cdot \bar{S}_W$	-2,07	-1,68	-1,63	-0,41	-1,89	-1,76	-0,52

* Модель ПК-531, параметры которой оценены трехшаговым методом наименьших квадратов. Описание данного метода см.: Zellner A., Theil H. Three-Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations.—«Econometrica», 1962, № 1.

Точностные характеристики двух других уравнений в японских моделях лучше, особенно уравнения личного потребления. Что касается моделей ПК-536 и ПКЯ-2, то их характеристики значительно лучше, чем у других вариантов, что связано с меньшими значениями мультиликаторов случайных ошибок.

Наконец, сопоставление точностных характеристик моделей, параметры которых оценены различными методами, показывает, что хотя стандартные ошибки отдельных уравнений при использовании двух- и трехшаговых методов наименьших квадратов несколько выше, в целом их точностные характеристики оказываются лучше за счет меньшей мультиплицируемости ошибок в системе.

Поскольку параметры моделей получены вероятностными методами и этим параметрам присуща относительная неустойчивость при изменении временной расчетной базы, достоверность сделанных выводов была подтверждена анализом влияния изменения параметров на динамические свойства моделей. Серия расчетов проводилась на базе модели ПКЯ-1/2. Методика их заключалась в дискретном изменении одного из параметров модели при соответствующем изменении другого параметра того же уравнения¹⁴. Для каждого нового значения исследуемого параметра методом единичного импульса оценивались следующие показатели динамических свойств модели:

1) период колебаний (T) в кварталах;
2) коэффициент затухания колебаний (r) как квадрат отношения амплитуд двух смежных полуволн;

3) значение чистого импульсного мультиликатора ($\bar{M}_v(G)$) переменной G ;

4) запаздывание первого экстремума распределенного мультиликатора по отношению к начальному импульсу (Θ) в кварталах.

В качестве первого исследуемого параметра был выбран коэффициент (b_3) при лаговом капитале в инвестиционном уравнении,

¹⁴ Значения второго параметра рассчитывались по формуле $\Delta\alpha_2 = \frac{\Delta\alpha_1 \cdot X_1}{X_2}$, где $\Delta\alpha_1$, $\Delta\alpha_2$ — изменения исследуемого и второго параметров соответственно; X_1 , X_2 — среднее значение соответствующих переменных.

который, согласно априорным представлениям, в значительной степени определяет циклический характер динамики. Чтобы компенсировать влияние изменения этого параметра с точки зрения сохранения абсолютных значений описываемой переменной, мы изменяли соответствующим образом коэффициент при текущей прибыли (b_2) в том же уравнении. Выбор второго параметра определялся тем фактом, что сочетание этих двух переменных (прибыль и капитал) представляет собой линеаризованную связь инвестиций с нормой прибыли. При заданных значениях коэффициента b_3 были получены следующие значения коэффициента b_2 :

b_3	b_2
0,0193811	0,477266
0	0,541748
-0,0096909	0,573989
-0,0155049	0,593334
-0,0174430	0,599782
-0,0213192	0,612678
-0,0232570	0,619126
-0,0290720	0,638741
-0,0387620	0,670712
-0,0445770	0,690056
-0,0484530	0,702953
-0,0581430	0,735194

Эти значения соответствуют изменениям коэффициента b_3 на $\pm 10\%$; $\pm 20\%$, $\pm 50\%$; $\pm 100\%$; $\pm 130\%$; $\pm 150\%$; $\pm 200\%$. Полученные величины искомых показателей приведены на рис. 9.

Следующей парой исследуемых параметров были коэффициенты b_2 и b_1 при прибыли и лаговых инвестициях, соответственно, в инвестиционном уравнении. В этом случае исследовалось изменение соотношения между зависимостью от прибыли, т. е. текущего состояния конъюнктуры, и трендовым движением в инвестиционном процессе.

Соотношение этих двух параметров является наиболее неустойчивым в моделях данного типа и зависит от выбора временной базы и переменной инвестиций, т. е. от того, какой статистический показатель отождествляется с приростом капитала. Значения коэффициента b_2 задавались теми же, что и в предыдущем варианте, а значения b_1 получались из условия сохранения абсолютных значений описываемой переменной:

b_2	b_1
0,477266	0,736800
0,541748	0,614896
0,573998	0,553943
0,593334	0,517372
0,599782	0,505181
0,612678	0,480800
0,619126	0,468610
0,638741	0,432039
0,670712	0,371086
0,735194	0,249182

Полученные значения соответствующих динамических показателей приведены на рис. 10.

Наконец, третьей парой параметров, для которых исследовались динамические свойства модели, были коэффициенты при национальном доходе (d_2) и лаговой заработной плате (d_1) в уравнении фонда заработной платы. Первый параметр определяет распределение национального дохода на заработную плату и прибыль и соответственно перераспределяет инвестиционный и потребительский спрос. Результаты этих расчетов приведены на рис. 11.

Поскольку динамические характеристики модели оценивались весьма неточным методом графической интерполяции, причем в первые периоды движение распределенного мультипликатора несколько отличается от собственной динамики модели, полученные значения не претендуют на высокую точность абсолютных значений и призваны лишь проиллюстрировать общий характер зависимостей.

Рассмотрим теперь полученные результаты. В первом варианте, когда изменялся коэффициент при лаговом капитале в инвестиционном уравнении, обнаруживаются вполне определенные тенденции к уменьшению устойчивости модели при увеличении абсолютного значения отрицательного коэффициента b_3 . Колебания имеют взрывной характер при $b_3/b_2 < -0,03$ и затухают при $b_3/b_2 > -0,03$. При увеличении этого показателя выше $-0,025$ колебания практически исчезают, т. е. их период стремится к бесконечности.

Сдвиг первого максимума мультипликатора, т. е. период запаздывания в достижении максимального эффекта от импульсного прироста государственных расходов, который определяется инерционностью системы, относительно невелик и в диапазоне устойчивой работы модели составляет примерно 1 год. Величина чистого импульсного мультипликатора государственных расходов в диапазоне устойчивой работы модели составляет примерно 1,6.

Интересен характер кривой периода колебаний T . Уменьшение периода практически прекращается при достижении порога в 40

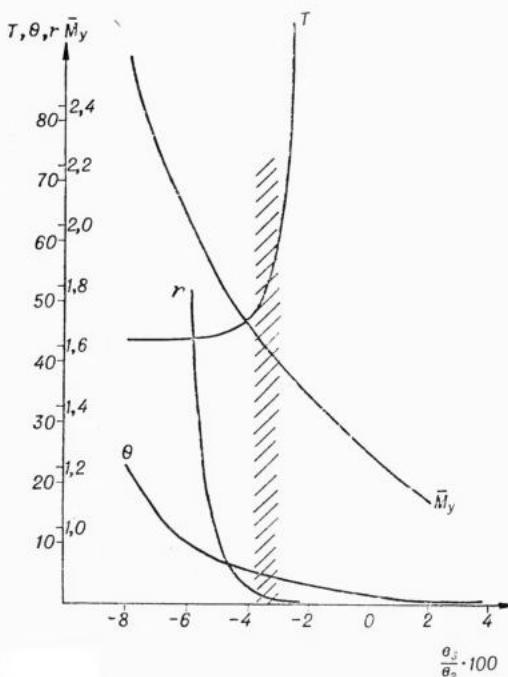


Рис. 9. Зависимость динамических свойств модели ПКЯ-1/2 от параметров b_3 и b_2 .

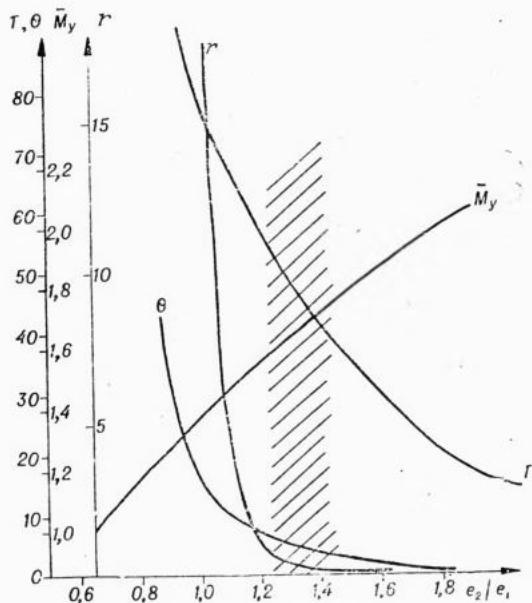


Рис. 10. Зависимость динамических свойств модели ПКЯ-1/2 от параметров b_2 и b_1 .

кварталов, т. е. 10 лет, что соответствует марксистскому представлению о продолжительности экономического цикла. Стремление кривой к бесконечности при сохранении отрицательности коэффициента b_3 свидетельствует о том, что отражаемая коэффициентом обратная связь в модели приводит к циклическим колебаниям только при определенных условиях.

В целом же можно сказать, что данная модель японской экономики очень чувствительна к изменению коэффициента при капитале с точки зрения устойчивости колебаний их периода и проявляет высокую устойчивость с точки зрения величины

импульсного мультипликатора и сдвига его первого максимума.

Во втором случае, где исследовалось изменение отношения коэффициентов при текущей прибыли (b_2) и лаговых инвестициях (b_1) в инвестиционном уравнении, результаты расчетов показывают, что возрастание этого отношения ведет к затуханию колебаний, причем их период сокращается, стремясь к величине в 4 года.

Возрастание этого отношения отражает увеличение зависимости текущих инвестиций от текущего состояния конъюнктуры и уменьшение трендового характера движения инвестиций. На практике это имеет место, если мы включаем в инвестиции изменение товарных запасов. Исключение же товарных запасов из переменной инвестиций резко снижает величину отношения b_2/b_1 .

Предельные значения периода колебаний, полученные в первом (10 лет) и во втором вариантах (4 года), подтверждают положение о том, что обратная связь через лаговый капитал в данных моделях, отражающая воздействие перенакопления капитала на инвестиционный процесс, определяет период экономического цикла, а соотношение параметров b_2 и b_1 , зависящее от присутствия товарных запасов в оценке инвестиций, отражает период колебаний, связанных с динамикой товарных запасов.

Коэффициент затухания колебаний r , как и в первом случае, существенно зависит от отношения рассматриваемых параметров. Если это отношение ниже 1,2, модель становится неустойчивой, а в области значений 1,00—1,05 она «взрывается».

Значение чистого импульсного мультиликатора, как показывают расчеты, меняется мало при вариации отношения b_2/b_1 в значительных пределах, но сдвиг первого максимума мультиликатора сильно зависит от этого отношения, так как оно в значительной степени определяет инерционность системы.

В третьем случае рассматривалось отношение коэффициентов при текущем значении национального дохода (d_2) и лаговой заработной плате (d_1) в уравнении фонда заработной платы. Шаг в процентном изменении коэффициентов, который был перенесен из предыдущих вариантов, оказался слишком большим для третьей пары, так как абсолютные значения переменных при этих параметрах в 5—10 раз выше значений прибыли и чистых инвестиций. Поэтому отклонения в $\pm 100\%$ и $\pm 200\%$ дали трудно поддающиеся объяснению результаты.

Снижение отношения d_2/d_1 отражает перераспределение национального дохода в пользу корпораций и усиление трендового характера движения фонда заработной платы. Поскольку в этом случае все возрастающая часть прироста национального дохода, вызванного приростом государственных расходов, идет на увеличение прибылей, определяющих движение инвестиции, сокращения d_2/d_1 в некотором смысле сходно с возрастанием коэффициента b_2 . И действительно, это можно проследить по характеру изменения периода колебаний. Предел, к которому стремится величина этого показателя (T) при снижении отношения d_2/d_1 , находится где-то в районе 50 кварталов, а стремление ее к бесконечности, т. е. исчезновение колебаний, происходит при возрастании d_2/d_1 более чем на 0,2, что соответствует 20% прироста коэффициента d_2 . Таким образом, перераспределение конечного продукта в пользу относительно устойчивого к циклическим колебаниям личного потребления приводит к исчезновению колебаний в системе. Уменьшение же периода сопровождается резким увеличением коэффициента затухания колебаний, и в случае уменьшения d_2 более чем на 10% этот показатель стремится к бесконечности, модель «взрывается». Более чув-

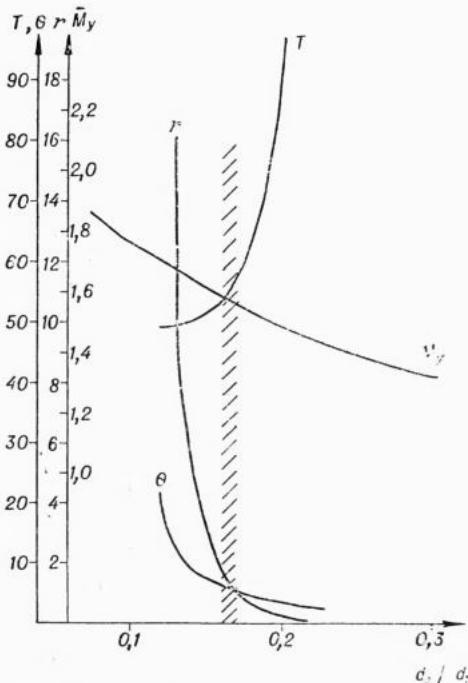


Рис. 11. Зависимость динамических свойств модели ПКЯ-1/2 от параметров d_2 и d_1 .

ствительным по сравнению с предыдущими вариантами оказывается и сдвиг первого максимума мультипликатора, причем величина импульсного мультипликатора меняется мало.

Если сравнить три рассмотренных варианта изменений параметров модели, то можно заметить, что характер всех четырех кривых сходен в первом и последнем случаях. Второй же случай отличается направлением изменения периода колебаний и величины импульсного мультипликатора. Так, если в первом и третьем вариантах уменьшение коэффициента затухания сопровождалось увеличением периода колебаний до их полного исчезновения, то во втором случае этому направлению изменения коэффициентов затухания соответствует стабилизация периода колебаний и, наоборот, увеличение периода колебаний сопровождается резким возрастанием коэффициента затухания.

Противоположный характер изменений имеют показатели \bar{M} и Θ . Если в первом и третьем случаях возрастанию величины импульсного мультипликатора соответствовало увеличение сдвига первого максимума, то во втором случае мы имеем обратную картину.

В целом рассмотрение зависимости динамических свойств модели от соотношения ее параметров показывает, что сделанные выше заключения относительно конкретных моделей являются вполне достоверными, так как имеющие место отклонения параметров из-за изменения расчетной базы (зона наблюдавшихся отклонений заштрихована на рис. 9–11) лишь незначительно влияют на динамические свойства модели.

§ 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСЛЕВОЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАПИТАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Анализ особенностей послевоенного воспроизводства. Решение имитационных задач подразумевает использование эконометрических моделей как полностью детерминированных систем, т. е. когда модель при введении векторов случайных ошибок и реальных экзогенных переменных точно воспроизводит динамику эндогенных переменных за весь базовый период, статистика которого положена в основу оценки параметров модели. Аналогичные задачи можно решать и для последующих периодов времени, если для них достоверно известны значения случайных ошибок и экзогенных переменных. Однако в этом случае надежность суждений будет ниже, так как реальные соотношения, которые сложатся в экономике в последующие периоды, могут отличаться от тех соотношений, которые отражены в структуре и параметрах модели.

Мы рассмотрим только две группы имитационных задач из тех, которые решались на приведенных выше моделях. Первая группа анализирует влияние политики правительства США в области государственных расходов на общий ход воспроизводства. Вторая группа связана с компартивным анализом воспроизводства послевоенной экономики США и Японии.

В качестве инструмента исследований при решении задач первой группы использовалась модель ПК-531, где варьируемым показателем выступал уровень государственных расходов. Рассматриваемые задачи формулировались в следующем виде:

1. Как повлияло на экономику США значительное сокращение военных расходов после окончания корейской войны? Как бы развивалась американская экономика, если бы государственные расходы сохранились на уровне IV квартала 1953 г. вплоть до III квартала 1961 г., когда они реально вышли на этот же уровень? Для последующих периодов времени брались реальные значения этой переменной.

2. Как повлияла на экономику США эскалация военных расходов, связанная с войной во Вьетнаме? В этом варианте, начиная со II квартала 1965 г., государственные расходы росли со средневременными темпами, которые были оценены на базе 1953—1967 гг., т. е. по 0,75 млрд. долл. в квартал.

3. Как в целом повлияла на американскую экономику послевоенная динамика государственных расходов? Предполагалось равномерное движение этой переменной на протяжении всего расчетного периода со средними темпами 0,75 млрд. долл. в год.

Необходимо оговорить некоторые допущения, сделанные при решении задач. Во-первых, исследуя главным образом влияние военных расходов, мы в качестве управляющей переменной выбирали не сами военные расходы, а государственные расходы в целом, что вызвано структурой модели. Однако следует иметь в виду, что остальная часть этих расходов, как федеральных, так и местных, имеет ярко выраженный трендовый характер. Таким образом, данное допущение не вызывает значительных искажений при решении задачи.

Во-вторых, чтобы исключить влияние сальдо внешней торговли, расчет гипотетических вариантов базировался только на динамике государственных расходов, при этом чистый экспорт товаров и услуг принимал в каждой точке свое реальное значение.

Результаты расчетов приведены в виде кривых на рис. 12. Было бы большой смелостью трактовать полученные результаты в их абсолютном значении, поэтому будем оценивать их только с точки зрения относительной динамики переменной национального дохода.

Рассмотрение первой задачи позволяет сделать заключение, что сохранение государственных расходов на уровне максимума времен корейской войны привело бы к тому, что начавшийся кризис 1953—1954 гг. сменился периодом высокой деловой активности. Высокие темпы экономического роста привели бы к быстрому и значительному перепакоплению основного капитала, и уже в 1955 г. начался бы глубокий и продолжительный кризис перепроизводства.

Нижняя поворотная точка цикла с высокой степенью точности совпадает с реальным протеканием кризиса 1957—1958 гг. И далее, гипотетическая кривая национального дохода довольно близка к его реальным значениям, хотя сравнительно меньшие (по сравнению с реальными) темпы роста государственных расходов в 1960—



Рис. 12. Влияние различных вариантов динамики государственных расходов на динамику национального дохода в модели ПК-531.
1 — реальные значения; 2 — первый вариант; 3 — второй; 4 — третий вариант.

1961 гг. привели к относительно более глубокому падению деловой активности в этот период.

Эти результаты позволяют сделать вывод, что кризис 1953—1954 гг. в значительной степени определялся условиями прекращения корейской войны. На общем ходе воспроизводства сказались признаки военной реконверсии в этот период, связанные с резким сокращением бюджетных расходов, снятием ограничений в экономике, введенных в годы войны.

Динамика переменной национального дохода во второй задаче показывает, что при отсутствии эскалации государственных расходов, связанных с агрессивной войной США во Вьетнаме, кризисный спад в американской экономике начинается в 1966 г. Нижняя точка спада приходится на середину 1967 г. В этот период в экономике США накопились условия для циклического кризиса, которые проявились, несмотря на эскалацию государственных расходов, в виде небольшого спада в начале 1967 г.

Прогнозы, реализованные на модели ПК-531 на 1968—1970 гг., показали что в 1968 г. и первой половине 1969 г. экономика США должна развиваться со среднеколичественными темпами 3—4% в год (объем реального конечного продукта). Рост экономики в этот период целиком определялся воздействием предшествующей эскалации государственных военных расходов. В середине 1969 г. модель предсказала начало нового циклического кризиса¹⁵.

Эти результаты в сочетании с анализом влияния государственных расходов в 1966—1967 гг. свидетельствуют о том, что созревшие

¹⁵ Чижов Ю. О чем говорят данные моделей.—«Мировая экономика и международные отношения», 1970, № 9, 91—93.

во второй половине 60-х годов условия очередного циклического кризиса не привели к его развертыванию в 1967 г. из-за военно-инфляционного бума в экономике США, связанного с эскалацией войны во Вьетнаме. Когда же этот фактор подогрева экономики исчерпал себя, в стране с неотвратимой неизбежностью начался циклический кризис. Реальные события 1969—1971 гг. полностью подтвердили выводы, полученные с помощью модели в 1967—1968 гг.

Анализ результатов третьей задачи показывает, что в случае равномерного роста государственных расходов (на 0,75 млрд долл. в квартал) динамика национального дохода имеет ярко выраженный циклический характер с пиками в 1955 и 1965 гг., глубоким спадом с нижней точкой в I квартале 1958 г., относительно мелким по глубине спадом с нижней точкой в 1962 г. и спадом 1967 г., о котором речь шла выше.

Относительная динамика национального дохода подтверждает положение, что в послевоенный период циклический характер развития капиталистической экономики сохраняется, причем дистанция между двумя основными пиками, равная примерно 10 годам, свидетельствует о сохранении прежней продолжительности цикла.

Расхождения между реальной и гипотетической динамикой национального дохода приводят к заключению, что основополагающие закономерности гипотетического варианта в реальной экономике в значительной степени трансформируются за счет влияния целого ряда факторов, которые в данной модели учесть невозможно. Эти отклонения, безусловно, нельзя объяснить целиком только влиянием государственных расходов, хотя их роль в данном процессе очевидна.

Вторая группа рассматриваемых имитационных задач относится к области сравнения условий и хода послевоенного воспроизводства в США и Японии. В этом случае простая замена векторов экзогенных переменных или случайных ошибок едва ли может дать содержательные результаты. Поэтому в основу данной серии экспериментов была положена замена параметров отдельных связей в модели США (ПК-531) соответствующими параметрами японской модели (ПКЯ-1/2).

Несмотря на некоторую прямолинейность постановки задачи, ее решение позволяет оценить роль отдельных факторов в формировании общего роста японской экономики и сопоставить влияние отдельных взаимозависимостей на капиталистическую экономику в целом. Хотя эта серия экспериментов является частным случаем анализа влияния параметров модели на ее динамические свойства, качественная определенность субSTITУции позволяет провести сравнительный анализ американской и японской экономики.

Методика экспериментов заключалась в следующем. Поочередно параметры отдельных связей и их комбинаций в модели ПК-531 заменялись соответствующими параметрами модели ПКЯ-1/2. При этом коэффициенты, имеющие размерность, изменялись с поправкой на соотношение валютных курсов доллара и японской иены. Константы урав-

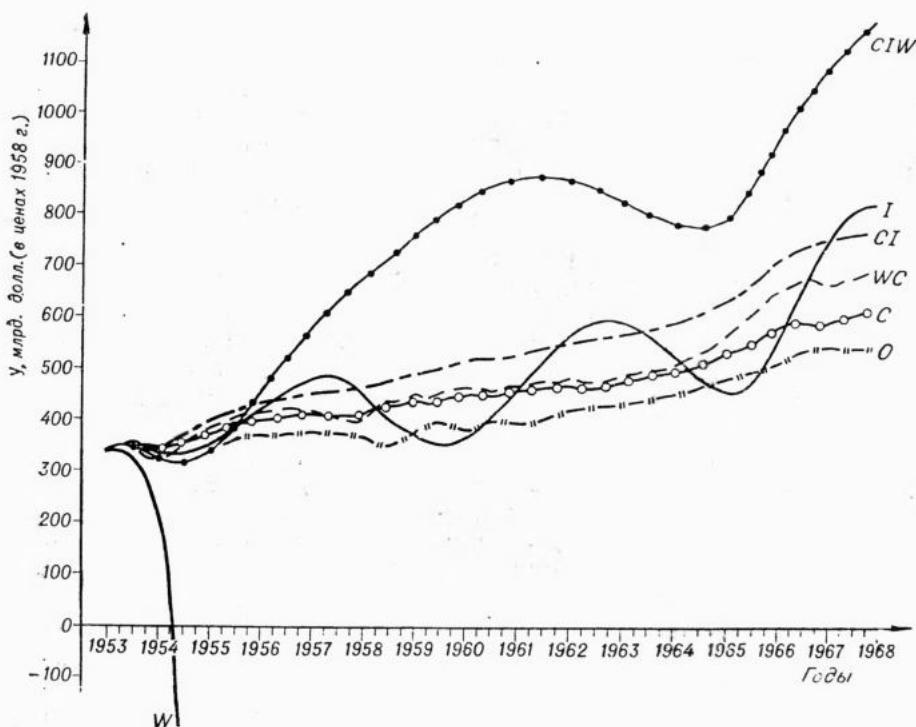


Рис.13. Влияние замены параметров модели ПК-531 параметрами модели ПКЯ-1/2 на динамику национального дохода при задании векторов случайных ошибок

нений выбирались так, чтобы на первом шаге, при заданных параметрах и случайных ошибках, точно воспроизводилось значение описываемой переменной. Начальные условия и динамика экзогенных переменных были взяты полностью из модели ПК-531. Эксперименты проводились в двух вариантах: в первом — вводились векторы случайных ошибок, во втором — они принимались равными нулю. Результаты приведены на рис. 13 и 14.

Индексы на приведенных кривых означают, параметры какого уравнения модели ПК-531 были заменены параметрами модели ПКЯ-1/2. Например, индекс «CW» свидетельствует о том, что данная кривая является результатом имитации на модели ПК-531, в которой параметры уравнений личного потребления (C) и фонда заработной платы (W) заменены соответствующими значениями параметров модели ПКЯ-1/2. Параметры же остальных уравнений оставлены без изменений. (Вариант «О» — без замены.)

Анализ полученных результатов позволяет констатировать следующее:

1) в долгосрочном аспекте темпы роста экономики оказываются выше реальных во всех случаях замены параметров уравнений;

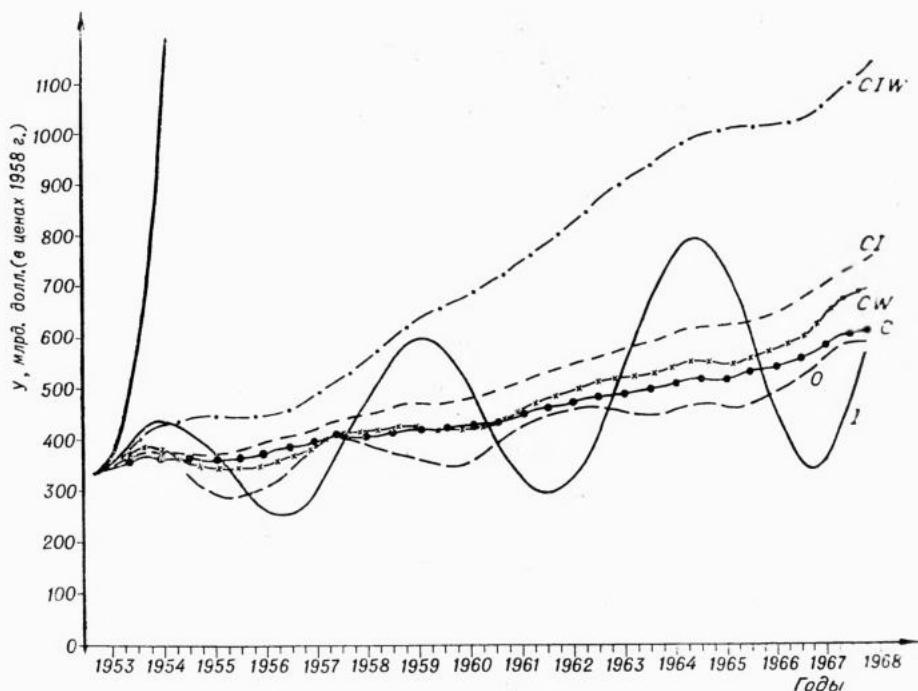


Рис. 14. Влияние замены параметров модели ПК-531 параметрами модели ПКЯ-1/2 на относительную динамику национального дохода при нулевых векторах случайных ошибок.

- 2) наибольшие темпы роста получаются в случае замены параметров всех трех уравнений;
- 3) в тех вариантах, где заменены параметры уравнения личного потребления, имеет место сглаживание реальных колебаний;
- 4) замена параметров инвестиционного уравнения ведет к появлению в системе отчетливых колебаний с нарастающей амплитудой, период этих колебаний примерно равен 22 кварталам;
- 5) замена параметров уравнения фонда заработной платы, отдельно и в сочетании с заменой параметров инвестиционного уравнения, ведет к взрывной неустойчивости системы.

Таким образом, сложившаяся в послевоенные годы структура связей личного потребления в японской экономике способствует смягчению циклических колебаний и имеет по сравнению с экономикой США более трендовый характер.

Закономерности процесса накопления в Японии заключают в себе возможности ярко выраженного циклического движения экономики, и относительно сглаженный характер колебаний в послевоенные годы определяется демпфирующим влиянием личного потребления. Некоторое увеличение периода колебаний (с 4,0 лет в исходном варианте до 5,5 лет в случае замены параметров инвестиционного

уравнения) свидетельствует о несколько большей инерционности японской экономики, что подтверждается также результатами выше-приведенных исследований.

Взрывной характер, который приобретает система в случае замены параметров уравнения фонда заработной платы (а тем более, когда заменяются еще и параметры инвестиционного уравнения), объясняется тем фактом, что в условиях американской экономики перераспределение национального дохода в пользу корпораций в тех пропорциях, которые имеют место в Японии, приводит к нарушению равновесия в экономической системе за счет нереального роста инвестиций¹⁶.

В целом же японская структура взаимосвязей в условиях американской экономики дает более высокие темпы роста главным образом за счет увеличения доли прибылей в национальном доходе и соответственно возрастания доли накопления и в меньшей степени — за счет несколько более высоких темпов устойчивого роста личного потребления, что определяется спецификой послевоенного развития экономики Японии.

Движение государственных расходов сказалось на относительной динамике полученных решений, что особенно заметно в варианте замены параметров уравнений C и W (этот вариант наиболее соответствует реальному движению американской экономики с точки зрения относительной динамики). Однако влияние экзогенной переменной на темпы роста в целом незначительно.

Краткосрочные прогнозы экономики США и Японии. С точки зрения оценки пригодности эконометрической модели для краткосрочного прогнозирования конъюнктуры важное значение имеет способность модели правильно воспроизводить динамику экономики в поворотных точках цикла. Для оценки этого свойства модели ПК-531 на ней был реализован прогноз поворотных точек цикла в пределах расчетной базы. Результаты прогноза приведены на рис. 15. Необходимо напомнить, что этот прогноз проводился на несколько кварталов вперед при предположении об отсутствии влияния случайных факторов, т. е. случайные ошибки уравнений были равны нулю и промежуточная корректировка не осуществлялась.

Выполнение такого рода условий, т. е. воспроизведение поворотных точек цикла без учета случайных факторов и корректировки начальных условий на каждом шаге, даже в прогнозах «ex-post» (в пределах расчетной базы) весьма затруднительно. Достаточно сказать, что наиболее разработанные и совершенные западные модели экономики США, как правило, не воспроизводят всех поворотных точек послевоенных циклов. Так, Уортонская модель не показывает кризисов 1957—1958 гг. и 1960—1961 гг., а модель ОВЕ — кризиса 1960—1961 гг.¹⁷ Рассмотрим подробнее результаты прогноза поворотных точек на модели ПК-531, приведенные на рис. 15.

¹⁶«Отрицательный взрыв», который имел место в случае введения векторов случайных ошибок, объясняется тем, что на первых шагах модель ПК-531 имеет весьма значительные отрицательные ошибки.

¹⁷ *Econometric Models of Cyclical Behavior*, vol. 1, p. 4.

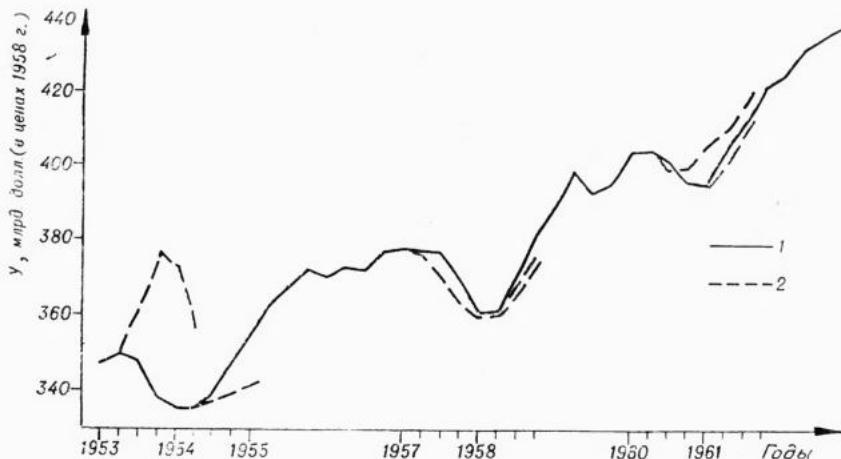


Рис. 15. Прогноз поворотных точек цикла:
1 — реальные данные; 2 — прогноз.

Верхняя поворотная точка кризиса 1953—1954 гг. предсказывается моделью с запаздыванием на 2 квартала, в оценке абсолютных значений переменной имеется сильный сдвиг, что вызвано воздействием «ненормальной» динамики государственных расходов в этот период на работу модели. Нижняя поворотная точка кризиса воспроизводится моделью правильно.

Динамика американской экономики в период кризиса 1957—1958 гг. отражена моделью с весьма высокой степенью точности как по времени, так и по глубине падения даже при реализации прогноза на 7 кварталов вперед, хотя вступление в кризис предсказывается с некоторым опережением.

Начало кризиса 1960—1961 гг. воспроизводится моделью верно, но глубина падения несколько меньше, чем в действительности, и выход из него начинается раньше на один квартал.

В целом можно констатировать, что элементы циклического движения экономики США в послевоенный период воспроизводятся моделью довольно точно. Исключение в этом отношении составляют 1953—1954 гг., когда экономика находилась под влиянием последствий корейской войны.

Регулярная реализация краткосрочных (на 4—8 кварталов вперед) прогнозов американской экономики осуществлялась на модели ПК-531 со второй половины 1968 г. Результаты отдельных прогнозов по двум основным показателям — конечному продукту и валовым инвестициям — в сопоставлении с реальной статистикой приведены в табл. 79¹⁸.

¹⁸ Необходимые для выхода на этий показатели значения амортизации получены путем линейной экстраполяции на весь прогнозируемый период.

Сравнение прогнозных и реальных показателей,

Данные	1968		1969				1970			
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV**
Реальные:*										
конечный продукт	712,3	716,5	722,4	725,8	729,2	725,1	720,4	723,2	726,8	718,0
валовые инвестиции	104,9	107,7	109,7	110,8	114,0	107,4	102,0	105,6	106,2	102,2
Прогнозные:										
конечный продукт	—	—	—	—	—	—	721,1	717,0	719,5	726,9
валовые инвестиции	105,5	108,8	111,2	111,7	111,8	110,1	107,7	104,9	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* «Survey of Current Business», 1972, № 7; 1973, № 7. В связи со значительным переходом в 1971 г. несопоставимы с данными для последующего периода. Пересмотр начальных условий.

** Существенное сокращение реальных показателей в этом квартале связано с за-

*** В этом квартале происходило значительное рассасывание запасов, созданных учитывавшего этого явления, несколько выше.

Эти данные свидетельствуют о том, что в целом прогнозы на модели ПК-531 имели довольно высокую точность и поворотные точки кризиса 1969—1970 гг. были предсказаны моделью правильно за несколько кварталов до их наступления.

Анализ серии прогнозов на модели ПК-531 позволяет сделать ряд выводов. Во-первых, высокоаггрегированные макроэкономические модели являются весьма надежным инструментом краткосрочного прогнозирования динамики основных экономических показателей. Во-вторых, прогнозирование вне расчетной базы («ex ante») требует предварительной оценки тенденций в динамике случайных ошибок за несколько предшествующих прогнозу кварталов. В-третьих, наиболее точные результаты прогнозирования получаются для первых четырех кварталов. В-четвертых, малая размерность моделей такого типа не позволяет учесть влияния разного рода внешних событий, например, влияния крупных забастовок на общую динамику показателей. В-пятых, высокая чувствительность высокоаггрегированных моделей к изменениям немногочисленных экзогенных переменных предъявляет высокие требования к точности априорной экспертной оценки их динамики в прогнозируемый период.

Остановимся на вопросе достоверности используемой в прогнозах статистики и влияния ее пересмотров на точность прогнозов.

Наибольшее влияние на результаты прогнозов оказывают значения основных показателей за предшествующие 1—2 квартала,

млрд. долл. в ценах 1958 г.

1971				1972				1973		
I	II	III***	IV	I	II	III	IV	I	II	III
731,9	737,9	742,5	754,5	768,0	785,6	796,7	812,3	829,3	834,3	841,6
105,0	110,0	107,3	112,0	116,5	121,0	124,8	129,1	130,2	130,2	134,0
735,5	741,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
730,3	739,5	747,6	754,7	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	770,1	781,4	792,4	804,8	—	—	—
—	—	—	—	—	—	798,8	811,7	822,2	831,4	839,6
—	—	—	—	—	—	—	—	826,1	836,6	846,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	839,6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	118,5	121,9	123,8	125,0	—	—	—
—	—	—	—	—	—	126,2	128,7	130,1	130,8	131,0
—	—	—	—	—	—	—	—	134,6	136,1	136,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131,3

смотром официальной статистики США в июле 1972 и 1973 гг. реальные данные по IV кварталу прогноза по 1972 г. явились основной причиной его относительно низкой точности. Бастовкой рабочих и служащих «Дженерал моторс», которая не была учтена в прогнозе, в ожидании забастовки рабочих сталелитейных компаний. Поэтому данные прогноза, не

которые являются исходной базой краткосрочного прогнозирования. Если учесть, что статистика первоначально публикуется в виде предварительных оценок, то становится понятным, что одним из источников ошибок в прогнозе может быть ошибка в предварительной оценке развития экономики в предшествующие периоды времени.

Мы не будем обсуждать вопрос о соответствии отчетных экономических показателей реальным явлениям в экономике, об абсолютной точности оценки тех или иных величин. Единообразие методики полученных данных национальных счетов обеспечивает относительное соответствие ряда последовательных значений того или иного показателя, что позволяет использовать эту информацию в прогнозах.

Ошибки в прогнозах, порождаемые начальными условиями, возникают из-за того, что в отдельные периоды времени расхождения между предварительной статистической информацией, которая обычно используется при краткосрочном прогнозировании, и окончательным вариантом данных могут быть весьма существенными.

Использование неверных начальных условий может в результате сложного характера внутренних взаимосвязей в моделях привести к мультилинированной ошибке в целом ряде прогнозируемых показателей. Так, в модели ПК-531 пересмотр начальных условий, дающий увеличение Y_{-1} на 1 млрд. долл. (в ценах 1958 г.), приводит к дополнительному приросту значения Y в первом прогнозируемом квартале примерно на 2 млрд. долл. Рассмотрим подробнее некоторо-

ные особенности пересмотров официальной статистики США и их влияние на переоценку прогнозов второй половины 1972 г. и 1973 г.¹⁹

Пересмотр статистики обычно проводится за все четыре квартала в середине следующего года и публикуется в июльских номерах периодических изданий. Статистика первого квартала дважды подвергается пересмотру — в июле текущего и следующего года. Наконец, в очередном цензовом году²⁰ проводится сбор детальной статистической информации и статистика между двумя цензовыми годами корректируется посредством интерполяции.

Экономистам, занимающимся краткосрочным прогнозированием, наибольшие «неприятности» доставляют ежегодные (июльские) пересмотры, а также внеочередные пересмотры, вызванные очевидными диспропорциями в статистике²¹.

Периодическая ревизия текущей статистики в США имеет, видимо, и политическую подоплеку. Дело в том, что широкая общественность и пресса следят главным образом за экономическими показателями «сегодняшнего дня». Пересмотренная же впоследствии статистика изучается в основном специалистами. Поэтому, варьируя в разумных пределах текущие показатели, правительство может придать экономической ситуации желаемую окраску.

Это положение можно подтвердить на ряде примеров. Так, в 1968 г., когда в экономике США господствовала сильная инфляция и лозунг антиинфляционной политики был поставлен во главу угла, можно обнаружить (табл. 80), что американская текущая статистика устойчиво недооценивала темпы роста цен.

Протекание последнего циклического кризиса в американской экономике также было первоначально слажено официальной статистикой. Интересно отметить, что за весь послевоенный период наблюдалась обратная картина, т. е. традиционно в ходе ревизий значения основных показателей национальных счетов в периоды кризисов пересматривались в сторону повышения. Это имело место в 1948—1949, 1957—1958, 1960—1961 гг. В ходе же последнего кризиса с середины 1969 г. по конец 1970 г. практически все показатели пересматривались в сторону их последующего понижения. На рис. 16 показано, как выглядит протекание кризиса 1969—1970 гг. в первоначальном варианте и после пересмотра статистики. Развитие же экономики накануне очередных президентских выборов в США, т. е. во второй половине 1971 г.— первой половине 1972 г., напротив, после июльского пересмотра статистики выглядит намного лучше. Так, в I квартале 1972 г. валовой национальный продукт в ценах 1958 г. «вырос» дополнительно на 5,3 млрд. долл.

¹⁹ Сопоставление текущей и пересмотренной статистики проводилось по данным официальных публикаций (*«Survey of Current Business»*, 1967—1972).

²⁰ В США такими годами были 1947, 1954, 1958, 1963, 1967.

²¹ Так, в феврале 1972 г. во время разрыва американо-японской торговой войны и дальнейшего ослабления позиций США на внешних рынках правительство США было вынуждено пересмотреть данные по внешним операциям, показав — 3,0 млрд. долл. вместо +0,7 по статье чистого экспорта в ценах 1958 г.

Таблица 80

**Квартальный рост индекса цен валового национального продукта
(1958 г. равен 100,0)**

Оценка	1967 г.		1968 г.				1969 г.
	III	IV	I	II	III	IV	I
Текущая . . .	117,7	118,8	119,8	121,2	122,3	123,5	124,8
Пересмотренная	117,7	118,9	120,0	121,7	123,0	124,2	125,2

Ненадежность исходной статистической базы, безусловно, снижает достоверность любых экономических прогнозов. Эконометрические модели оказываются, пожалуй, более чувствительным в этом отношении прогнозным инструментом. Объясняется это тем, что квартальные модели обладают свойством накапливать ошибки при переходе от одного квартала к другому, и если ошибка заложена в начальных условиях, то она будет нарастать как снежный ком, к концу второго прогнозируемого года. Действительно, если учесть, что разница между первичным и пересмотренным значениями конечного продукта в I квартале 1972 г. составляла 5,3 млрд долл. в ценах 1958 г. (0,7% от общего уровня), то неудивительно, что прогноз уже II квартала 1972 г. содержит в себе значительные ошибки²².

Значительные пересмотры исходной статистической базы краткосрочных прогнозов приводят к необходимости периодической ревизии последних. Прогноз на 1972 г., реализованный нами на одной из последних модификаций макроэкономических моделей экономики США (ПКП—14-76), был пересмотрен из-за переоценки начальных условий, в результате чего прогнозируемый годовой темп прироста конечного продукта в ценах 1958 г. увеличился с 5,2 до 6,5%. Аналогичные пересмотры Уортонского прогноза и прогноза Р. Фэра привели к увеличению данного показателя с 5,5 до 6,5% и с 4,9 до 6,2% соответственно.

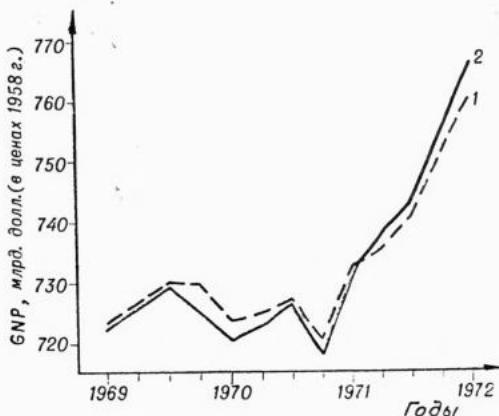


Рис. 16. Значения конечного продукта США (GNP) в текущей (1) и пересмотренной (2) статистике.

²² Так, ошибка главным образом за счет неверных начальных условий в оценке конечного продукта в ценах 1958 г. на II квартал 1972 г. составила в Уортонской модели 0,91%, в модели Р. Фэра — 1,34%. (Wharton Economic Newsletter, University of Pennsylvania, Summer, 1972; Forecasts from the Fair Model, Princeton University, 1971—1972).

Таблица 81

Исходный вариант прогноза экономики Японии, сотен млрд. иен в ценах 1965 г.

Показатель	1970 г.		1971 г.		1972 г.	
	объем	годовой прирост, %	объем	годовой прирост, %	объем	годовой прирост, %
Личное потребление .	277,3	9,2	313,0	12,9	354,8	13,3
Конечный продукт .	565,0	12,4	640,7	13,4	735,7	14,8

Таблица 82

Альтернативный прогноз японской экономики, сотен млрд. иен в ценах 1965 г.

Показатель	1970 г.		1971		1972 г.	
	объем	годовой прирост, %	объем	годовой прирост, %	объем	годовой прирост, %
Личное потребление .	277,3	9,2	312,8	12,8	349,6	11,8
Конечный продукт .	565,0	12,4	639,0	13,1	713,2	11,6

Таким образом можно заключить, что, во-первых, агрегированные модели имеют точностные характеристики прогнозов не хуже, чем эконометрические модели большой размерности (например Уортонская), и, во-вторых, на их точность большое влияние оказывает достоверность текущей официальной статистики.

Примером альтернативного прогноза может служить многовариантная оценка влияния внешнеторговых санкций США на экономику Японии. Данный прогноз осуществлен на модели ПКЯ-2 на базе статистики за 1969 г. В исходном варианте, который предусматривал сохранение прежних темпов роста государственных расходов и чистого экспорта, т. е. роста переменной GF на 320 млрд. иен в квартал (или примерно 13% в год), при росте L всего на 20 млрд. иен в квартал, мы получили весьма высокие и устойчивые темпы роста японской экономики. Так, в пересчете на конечный продукт (в ценах 1965 г.) рост экономики Японии, согласно данному варианту прогноза, составил в 1971 г. 13,7, а в 1972 г.— 14,8% (табл. 81).

Альтернативный вариант прогноза предусматривал сокращение чистого экспорта по сравнению с исходным вариантом в IV квартале 1971 г. на 360 млрд. иен, в I квартале 1972 г.— на 540 млрд. иен, во II квартале 1972 г. и последующих — на 720 млрд. иен, что соответствовало нулевому значению чистого экспорта со II квартала 1972 г. (табл. 82).

Большое запаздывание, с которым появляется текущая статистика Японии, вынуждает осуществлять прогнозы на 12 кварталов вперед. Это обстоятельство, а также тот факт, что статистические расхождения, имеющиеся в исходной информации, весьма велики,

снижают абсолютную точность прогнозов. Поэтому в данном случае будем рассматривать только относительные величины, отражающие воздействие внешнеторговых мер США на экономику Японии.

Сопоставление данных табл. 81 и 82 позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, активный торговый баланс Японии выступает одним из важнейших факторов роста ее экономики. Снижение сальдо внешних операций до нуля приводит даже в краткосрочном аспекте к снижению темпов роста экономики. Во-вторых, отрицательному воздействию сокращения внешнего сальдо наиболее подвержен инвестиционный процесс, в то время как личное потребление весьма устойчиво.

События последнего времени показали, что уже в 1971 г. в японской экономике резко сократились темпы роста конечного продукта и особенно частных инвестиций, чему в немалой степени способствовала политика США в области японо-американской торговли.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	5
<i>Раздел I. Межотраслевые динамические модели экономики США</i>	8
<i>Глава I. Развитие исследований по динамизации межотраслевого баланса</i>	8
<i>Глава II. Многоотраслевая динамическая модель МДМ США—1970</i>	18
§ 1. Математическое описание модели	18
§ 2. Имитация базового периода (1949—1965 гг.)	35
§ 3. Прогноз экономического развития США на 1965—1969 гг.	43
<i>Глава III. Многоотраслевые динамические модели МДМ США—1971 и 1972</i>	49
§ 1. Математическое описание моделей	49
§ 2. Имитация базового периода (1949—1969 гг.)	62
§ 3. Прогноз развития экономики США на 1970—1975 гг.	70
<i>Глава IV. Динамические свойства многоотраслевых моделей</i>	76
§ 1. МДМ США—1969 и 1970	76
§ 2. Мультиплексия экзогенных величин	83
§ 3. МДМ США—1971	87
§ 4. МДМ США—1972	92
<i>Глава V. Факторы роста экономики США</i>	99
<i>Раздел II. Анализ современного капиталистического воспроизводства на основе макроэкономических моделей</i>	124
<i>Глава VI. Общие характеристики эконометрических моделей</i>	124
§ 1. Модель как аналог системы экономических взаимосвязей	124
§ 2. Основные принципы построения эконометрических моделей	135
<i>Глава VII. Основы методологии применения макроэкономических моделей в экономических исследованиях</i>	158
§ 1. Анализ отдельных уравнений	159
§ 2. Динамические свойства моделей	163
§ 3. Имитационные задачи	173
§ 4. Прогнозирование капиталистической экономики	175
§ 5. Сравнительный анализ экономики различных стран	186
<i>Глава VIII. Некоторые результаты разработки и практического использования эконометрических моделей</i>	189
§ 1. Анализ взаимозависимостей и свойств экономической системы	189
§ 2. Исследование особенностей послевоенного воспроизводства и прогнозирование капиталистической экономики	212

*Ефим Моисеевич Левицкий
Станислав Михайлович Меньшиков
Юрий Алексеевич Чижов*

МОДЕЛИРОВАНИЕ АМЕРИКАНСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Ответственный редактор
Станислав Михайлович Меньшиков

Редакторы *Н. П. Юрина, К. Д. Павлова*
Художественный редактор *Э. С. Филонычева*
Художник *С. М. Кудрявцев*
Технический редактор *Г. Я. Герасимчук*
Корректоры *Н. И. Быкова, О. В. Мозалевская*

Сдано в набор 29 июля 1974 г. Подписано в печать 29 апреля 1975 г. МН 02189. Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 1 14,25 печ. л.+2 вкл., 15,1 уч.-изд. л.
Заказ № 167. Тираж 3650 экз. Цена 1 р. 01 к.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.
4-я типография издательства «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.