

Д.Н. Шульц, М.Н. Шульц

*ЗАО «ПРОГНОЗ»,
Пермский государственный университет*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Вычислимые модели общего экономического равновесия (МОЭР), появившиеся сравнительно недавно (в середине XX века), за последние годы приобрели большую популярность среди экономистов. С каждым годом использование МОЭР становится все более и более важным не только в экономической науке, но и для решения практических задач.

Теоретическую основу теории общего экономического равновесия заложил в XIX в. Леон Вальрас, он был первым экономистом, кто сформулировал на основе строго-формального аппарата, по истине, общую теорию, которая смогла в полной мере описать совместное функционирование всех секторов и рынков в экономической системе.

В качестве основных преимуществ моделирования общего равновесия по сравнению с эконометрическими, имитационным и прочими подходами можно выделить следующие:

- комплексное, системное описание экономики, её секторов и рынков;
- использование нелинейных функций спроса и предложения, основанных на оптимизационных моделях функционирования секторов экономики;
- комбинирование взглядов на экономику со стороны спроса (demand-side approach) и со стороны реального сектора (supply-side approach);
- возможность включение в модель факторов НТП, структурных и институциональных изменений.

Кроме того, в отличие от классических МОЭР, современные их аналоги позволяют учитывать институциональные провалы рынка (монопольные рынки,

асимметрия информации, негибкие цены и заработные платы) и описывать неравновесные состояния экономики.

Модели общего равновесия в своём минимальном варианте со времен Л. Вальраса включают сектор производства и сектор домашних хозяйств как собственников факторов производства. Для описания современной развивающейся экономики этого недостаточно. Потрясения в финансовой системе в 2004 и 2008 гг. и их влияние на реальный сектор доказывают, что помимо государства и сектора «внешний мир», для анализа российской экономики считаем необходимым учитывать кредитно-денежный сектор.

Таким образом, в построенной модели описывается четырехсекторная открытая экономика, включающая в себя:

- домашние хозяйства;
- фирмы;
- банковский сектор;
- государство.

Взаимодействия между агрегированными экономическими агентами в такой экономике представлены на следующей схеме (см. Рисунок 1).

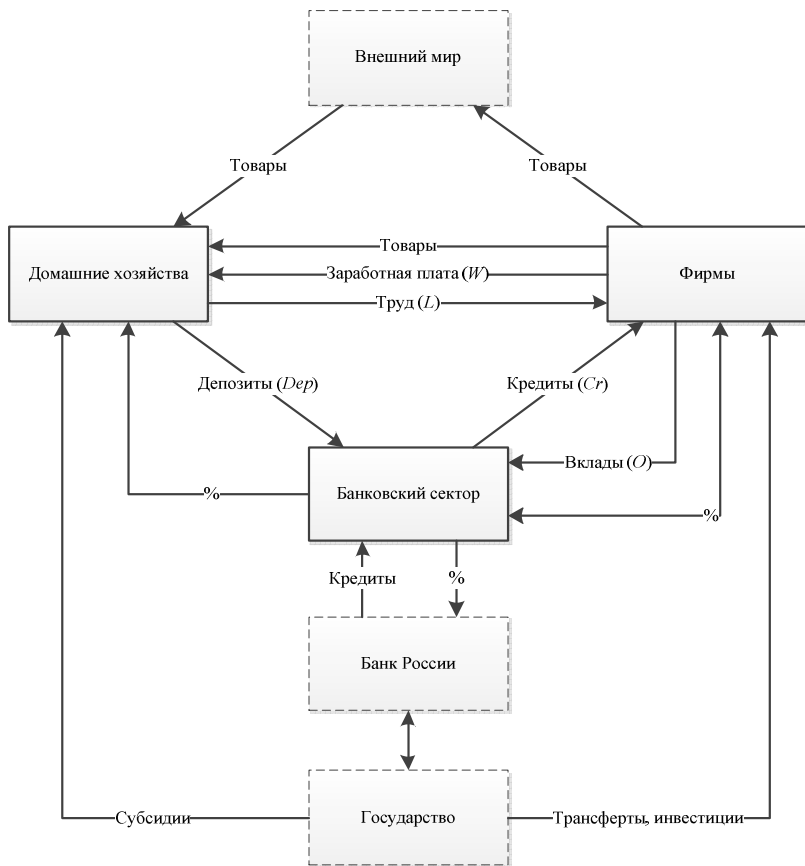


Рисунок 1. Схема взаимодействия секторов в МОЭР

Товарные и финансовые потоки при таком взаимодействии секторов можно свести и показать в таблице (см. Таблица 1).

Таблица 1.

Взаимодействие между экономическими агентами

	Домашние хозяйства	Фирмы	Банки	Внешний мир
Домашнее хозяйство	—	Труд	Депозиты	Плата за товары
		Плата за товары		
Фирмы	Заработная плата	Капитал	Депозиты (текущие счета)	Товары
	Товары		Проценты по кредитам	
Банки	Проценты по депозитам	Кредиты	—	—
		Проценты по депозитам		
Внешний мир	Товары	Плата за товары	—	—

Описание МОЭР начнем с модели функционирования домашних хозяйств, которое описывается следующим образом: индивиды стремятся максимизировать свою полезность в текущем периоде (1) при бюджетном ограничении (3).

Для нашей теоретической модели мы предположим функцию полезности в виде функции Кобба-Дугласа. В ней, помимо общепринятых потребления отечественных товаров C и отдыха $(N-L)$ [4], мы считаем необходимым учесть потребление импортных товаров Im и реальную величину богатства. Таким образом, функция полезности принимает вид:

$$U = C^{\alpha} Im^{\beta} (N - L)^{\gamma} \left(\frac{Dep_{-t} + S}{P} \right)^{\delta} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где

U — полезность;

Im — объем потребления импортных товаров;

C — объем потребления отечественных товаров;

N — потенциальный объем рабочего времени, доступный в экономике (численность экономически активного населения);

L — фактический объем рабочего времени (численность занятого населения);

$N - L$ — величина безработицы;

P — уровень цен на отечественные товары;

S — сбережения за период в виде вкладов и депозитов.

a, b, c, d — положительные параметры функции полезности.

Dep, Dep_{-1} — объем депозитов на конец и начало периода, для которых должно выполняться ограничение (2)

$$Dep = Dep_{-1} + S, \quad (2)$$

Бюджетное ограничение для домашнего хозяйства с учетом выделяемой в российской статистике [7] структуре доходов и расходов принимает следующий вид:

$$PC + P_{im}Im + S + \Delta MO = r_{dep} \frac{(Dep_{-1} + S)}{Dep} + WL + \varepsilon_{DK} \quad (3)$$

где

ΔMO — изменение запаса наличных денежных средств;

W — величина заработной платы;

r_{dep} — ставка по вкладам и депозитам физических лиц;

ε_{DK} — прочие доходы домашних хозяйств (трансферты и доходы от предпринимательской деятельности).

Результатом решения оптимизационной задачи (1) с учетом ограничений (2)-(3) являются функции спроса на отечественные товары (4), предложения труда (5), сбережений (6), предложения депозитов (7) и спроса на импортные потребительские товары (8):

$$C^P = \frac{a(WN + \varepsilon_{DK} + Dep_{-1} - \Delta MO)}{P(a + b + c + d)}, \quad (4)$$

$$L^S = N - \frac{c(WN + \varepsilon_{DK} + Dep_{-1} - \Delta MO)}{W(a + b + c + d)}, \quad (5)$$

$$S^S = \frac{d(WN + \varepsilon_{ДХ} + Dep_{-1} - \Delta MO)}{(1 - r_{Dep})(a + b + c + d)} - Dep_{-1}, \quad (6)$$

$$Dep^S = S^S + Dep_{-1} = \frac{d(WN + \varepsilon_{ДХ} + Dep_{-1} - \Delta MO)}{(1 - r_{Dep})(a + b + c + d)}, \quad (7)$$

$$Im = \frac{b(WN + \varepsilon_{ДХ} + Dep_{-1} - \Delta MO)}{r_{Im}(a + b + c + d)}. \quad (8)$$

Для моделирования реального сектора мы отойдем от общепринятого в МОЭР подхода, в рамках которого целеполагание фирм-производителей описывается с помощью задачи минимизации издержек и неоклассической предпосылки о нулевой прибыли предприятий в условиях совершенной конкуренции [1,2]. Последняя предпосылка является хоть и удобной теоретической конструкцией, но не адекватна современной экономике, в которой прибыль не только существенна отлична от нулевой, но и является важнейшим источником инвестиций (около 70 % инвестиций по данным РосСтата на 2009 год финансируются за счет собственных средств).

В качестве производственной функции возьмем неоклассическую двухфакторную функцию Кобба-Дугласа (9)

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \quad (9)$$

где

Y — объем выпуска;

A — коэффициент масштаба, отражающий НТП (остаток Солоу);

L — количество используемого труда (численность занятых);

K — объем основных фондов;

α, β — параметры производственной функции, эластичности выпуска по капиталу и труду соответственно.

Весь произведенный внутри страны продукт потребляется тремя способами:

- потребление внутри страны (C);
- экспорт (Ex);
- валовые инвестиции (I).

$$Y = C + Ex + I. \quad (10)$$

Прибыль предприятий (11) формируется за счет выручки от продаж на внутреннем и внешнем рынке и расходов на оплату труда, капитала, выплату процентов по кредитам и прочих расходов

$$\pi_{\Phi} = PC + P_{\text{Эк}}Ex + r_{\Phi}O - WL - \frac{\delta KP}{Am} - r_{\Phi}Cr_{\Phi} - tPY \rightarrow \max, \quad (11)$$

где

π_{Φ} — прибыль фирм;

δ — норма амортизации;

$Am = \delta KP$ — величина амортизации;

r_{Φ} — ставка по банковским кредитам;

Cr_{Φ} — объём банковских кредитов;

$P_{\text{Эк}}$ — цена на экспортируемые товары;

Ex — объём экспорта;

O — объём текущих и расчетных счетов предприятий в банках;

t — доля дополнительных расходов, включая налоговые платежи.

Решением оптимизационной задачи (11) с учетом ограничения (9) является оптимальный запас труда L^* и капитала K^* . Но необходимо учитывать невозможность моментального изменения, особенно сокращение, производственных фондов. Принимая во внимание инерционность объёма основных средств, их изменение будем описывать с помощью модели частичной корректировки

$$\begin{cases} \Delta K = \lambda(K^* - K) \\ K^* = hY \end{cases}$$

или:

$$\Delta PK = \lambda h(PY) - \lambda(PK)_{-1}, \quad (12)$$

где $\lambda \in (0; 1)$ — скорость адаптации экономических агентов;

h — долгосрочно-равновесный коэффициент фондоёмкости;

I — объём инвестиций;

K_{-1} — объём капитала в прошлом периоде.

В то же время, изменение основное капитала ΔK , как известно, положительно зависит от объёма инвестиций I , нормы фондоотдачи b , величины амортизации δKP . Однако, для определения точной зависимости между этими переменными

ответить на следующие вопросы. Во-первых, формируют ли предприятия амортизационные фонды в этом году на основе запаса капитала на начало $(PK)_{-1}$ или на конец года PK ? Во-вторых, инвестиции, осуществленные в текущем году, учитываются в виде прироста основных фондов в текущем или в следующие года.

Для ответа на эти вопросы нами было оценено 4 регрессионные модели (13)-(16). Оценка производилась за период 2000-2008 гг. на данных РосСтата [7] в годовой динамике по методу наименьших квадратов с использованием Аналитического комплекса Прогноз-5.

1. Изменение капитала определяется текущими инвестициями и объемом основных фондов ($R^2 = 0,84$).

$$\Delta PK = 1,9751 \cdot (PI) - 0,074 \cdot (PK) \quad (13)$$

2. Изменение капитала определяется инвестициями в прошлом периоде и объемом основных фондов в текущем периоде ($R^2 = 0,83$).

$$\Delta PK = 0,6402 \cdot (PI)_{-1} + 0,1428 \cdot (PK) \quad (14)$$

3. Изменение капитала определяется инвестициями и величиной основных фондов в предыдущем периоде ($R^2 = 0,88$).

$$\Delta PK = 5,1297 \cdot (PI)_{-1} - 0,4238 \cdot (PK)_{-1} \quad (15)$$

4. Изменение капитала определяется текущими инвестициями и объемом основных фондов в прошлом периоде ($R^2 = 0,92$).

$$\Delta PK = 3,8964 \cdot (PI) - 0,4490 \cdot (PK)_{-1} \quad (16)$$

Последняя модель не только обладает наибольшим коэффициентом детерминации (92%), но и является единственной стабильной моделью — при добавлении наблюдений за кризисный 2009 г. сохраняются знаки коэффициентов и не снижается R^2 .

Таким образом, либо в силу особенностей статистического учета, либо в силу того, что в современной российской экономике преобладают краткосрочные инвестиции, но прирост основных фондов лучше всего

объясняется инвестициями в текущий, а не предыдущие периоды.

Сам же объём инвестиций PI , как это принято в российской статистике [7], состоит из следующих основных источников финансирования:

- собственные средства (амортизационные фонды Am и прибыль π_{Φ});
- привлеченные средства, включая кредиты банков Cr_{Φ} и прочие источники (средства бюджета и внебюджетных фондов и иностранные инвестиции).

$$PI = \frac{Am}{\omega} + \omega \pi_{\Phi} + Cr_{\Phi} + \varepsilon \quad (17)$$

где ω — доля прибыли, направленная на реинвестирование;

Cr_{Φ} — часть банковских кредитов Cr , направленная на инвестиции в основной капитал.

Кроме того, для осуществления текущей хозяйственной деятельности предприятия вынуждены держать в ликвидной форме часть своих активов. Можно выделить средства на текущих и расчетных счетах предприятий в банках O и прочие ликвидные средства, для которых должно выполняться соотношение (18). Мы будем исходить из теории транзакционного спроса на деньги, согласно которой спрос на реальные кассовые остатки прямо пропорционален объёмам текущей хозяйственной деятельности PV .

$$O + k_1 PV = (Cr - Cr_{\Phi}) + O_{-1} \quad (18)$$

где $O = k_2 PV$, и k_1, k_2 — коэффициенты, характеризующие часть, идущую на текущие расходы.

Решение оптимизационной задачи (11) при ограничениях (9)-(10), (12), (17)-(18) позволяет получить функции спроса на капитал (19), труд (20), предложение товаров и услуг (21), предложение текущих и расчетных счетов в банках (22), спрос на банковские кредиты (23).

$$K^D = \frac{\alpha(PV)(b(1-t) - (1+r_{\Phi})\lambda h + b(r_D - r_{\Phi})k_2 - r_{\Phi}k_1)}{P\delta b(1-r_{\Phi})} \quad (19)$$

$$L^D = \frac{\beta(PV)(b(1-t) - (1+r_{\Phi})\lambda h + b(r_D - r_{\Phi})k_2 - r_{\Phi}k_1)}{W} \quad (20)$$

$$C^S = Y(K^D, L^D) - Ex - I, \quad (21)$$

$$O^S = k_2 PY, \quad (22)$$

$$C_{T^D} = k_1 PY + k_2 PY - O_{-1} + \overline{C_T}, \quad (23)$$

$$\overline{C_T} = PI - \delta KP - \omega \pi - \varepsilon, \quad (24)$$

Моделирование не отдельного банка, а банковского сектора в целом представляет собой затруднительную задачу, не решенной до сих пор в литературе. Более того, как утверждает П.В. Конюховский [5], классические МОЭР вообще не нуждаются в банковском секторе как финансовом посреднике, перераспределяющим временно свободные средства населения реальному сектору. Объяснение феномена банковской деятельности возможно лишь при микроэкономическом подходе.

По этой причине нам пришлось синтезировать макроэкономическую модель функционирования банковского сектора с помощью подхода микроэкономического фундирования. В этой модели мы постарались учесть основные статьи бухгалтерского баланса банка [8] и наиболее важные элементы функционирования банков в современных условиях финансового кризиса:

- проблему просроченной ссудной задолженности;
- риски оттока средств населения и реального сектора из-за недостаточного доверия к коммерческим банкам;
- большие объёмы гос. средств, предоставляемых банкам для целей рефинансирования;
- проблема недостаточной капитализации банковской системы.

Будем предполагать, что целью деятельности коммерческого банка является максимизация прибыли (25)

$$\pi_B = r_F C_{T^R} (1 - I) - IC_{T^R} - r_D O - r_{D_{EP}} Dep - rr C_{T_{CB}} \rightarrow \max, \quad (25)$$

где r_F — ставка по кредитам, предоставленным фирмам;

C_{T^R} — объем кредитов реальному сектору;

$r_{D_{EP}}$ — процентная ставка по депозитам населения;

Dep — объем депозитов домашних хозяйств;

I — индикатор кредитного риска (доля просроченной задолженности в кредитном портфеле);

r_p — процентная ставка по счетам предприятий;
 O — объем текущих счетов предприятий;
 nr — ставка рефинансирования Центрального банка;
 $C_{\text{ЦБ}}$ — объем кредитов, предоставленных Банком России коммерческим банкам;
 π_B — совокупная прибыль банковского сектора.

При этом должно выполняться базовое условие равенства активов A и пассивов Π (26)

$$\begin{aligned}
 A &= C_{\text{ЦБ}}(1 - \lambda) + nr(D_{\text{еп}} + O) + \lambda A = \\
 &= D_{\text{еп}} + K_B + \pi_B + O + C_{\text{ЦБ}} = \Pi,
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

где nr — норма обязательного резервирования;

A — активы банков;

Π — пассивы банков;

K_B — собственный капитал банков;

λ — доля ликвидных активов, которые должны поддерживаться на минимально допустимом уровне, определяемым нормативами обязательной ликвидности Центрального банка.

В динамических моделях банковской деятельности изменение собственного капитала описывается на основе модели (27)

$$\Delta K_B = \xi \pi_{B,t-1}
 \tag{27}$$

где ξ — доля прибыли, идущая на увеличение фондов банка.

Но в современных условиях коммерческие банки не реинвестируют получаемую прибыль, а просто поддерживают уставный капитал на минимальном уровне, установленным Центральным банком (28).

$$K_B = \theta (D_{\text{еп}} + O),
 \tag{28}$$

где θ — норматив достаточности капитала.

В своей деятельности банки преследуют множество целей: помимо максимизации прибыли, минимизируются риски. Как известно, одним из методов решения данной многокритериальной задачи является наложение ограничения на максимально допустимый объем рисков и максимизация прибыли при этом ограничении (29).

$$\sigma_{D_{\text{еп}}}^2 D_{\text{еп}}^2 + \sigma_O^2 O^2 = r,
 \tag{29}$$

где $\sigma_{D_{\text{сп}}}^2, \sigma_O^2$ — мера риска по депозитам населения и счетам предприятий ($\sigma_O < \sigma_{D_{\text{сп}}}$);

r — максимально допустимая величина риска.

Решением оптимизационной задачи (25) при ограничениях (26), (28)-(29) являются функции спроса на средства предприятий (30), населения (31) и предложения кредитов реальному сектору (32)

$$O^D = \sqrt{\frac{r \cdot MC^2 \cdot \sigma_{D_{\text{сп}}}^2}{\sigma_O^4 + \sigma_O^2 \cdot MC^2}} \quad (30)$$

$$D_{\text{сп}}^D = \sqrt{\frac{r - \sigma_O^2 \cdot O^2}{\sigma_{D_{\text{сп}}}^2}} \quad (31)$$

$$C_{r^S} = \frac{((1 - \lambda)(1 + \theta) - nr)(D_{\text{сп}} + O) + (1 - \lambda)\pi_B + (1 - \lambda)C_{\text{ЦБ}}}{(1 - D)} \quad (32)$$

где $MC = \frac{r_D(1 - D) - ((1 - \lambda)(1 + \theta) - nr)}{r_{D_{\text{сп}}}(1 - D) - ((1 - \lambda)(1 + \theta) - nr)}$

Предполагаем, что спрос кредитные ресурсы Центрального банка абсолютно неэластичен по ставке процента и определяется лишь объёмом предложения.

Для того чтобы проверить выполняются ли теоретические свойства функций спроса и предложения (4)-(8), (19)-(23), (30)-(32), определим знаки влияния ценовых переменных на переменные объёма (Табл. 2).

Таблица 2.

Влияние ценовых факторов на спрос и предложение

		Факторы				
		W	P	r_0	r_{Dep}	r_{Φ}
Функции	C^S	+	-	-		+
	C^D	+	-			
	L^S	-				
	L^D	-	+	+		+
	Dep^S	+			+	
	Dep^D			-	-	
	Q^S	-	+	+		-
	Q^D			+	+	
	Cr^S			+	-	
	Cr^D	-	+	+		-

Как видно из таблицы, построенная модель адекватно отражает реакцию функций спроса и предложения (по крайней мере, качественно, на уровне знаков влияния) на изменение ценовых факторов. Это вывод гарантирует нам, что функции спроса имеют отрицательный наклон, а функции предложения положительный. Что, в свою очередь, гарантирует существование и единственность частных равновесий на рынках. Хотя, конечно же, это не означает, что частное равновесие достигает в «экономической области» или что существует общее равновесие на всех рынках.

Общеэкономическое равновесие определяется одновременным достижением равновесия на всех рынках, исходя из решения системы (33):

$$\begin{cases} C^S = C^D \\ L^S = L^D \\ Cr^S = Cr^D \\ Dep^S = Dep^D \\ Q^S = Q^D \end{cases} \quad (33)$$

Результатом решения системы уравнений (33) является вектор цен $(W, P, r_0, r_{Dep}, r_{\Phi})$. В классических МОЭР система уравнений, определяющая равновесие, является вырожденной.

Для нахождения уровня цен приходится вводить уравнение Фишера $PV = Mv$ (M — объём денежной массы в обращении, v — скорость денежного обращения) и возникает ситуация классической дихотомии. Для решения этой проблемы Пигу предложил включить величину реальных кассовых остатков M/P в функцию потребительского спроса, а Патинкин — в функции избыточного спроса [4]. В МОЭР, предложенной в данной работе, реальные кассовые остатки входят изначально в функцию полезности (1), что позволяет избежать ситуации классической дихотомии.

Таким образом, можно говорить о том, что представленная модель может быть использована в дальнейшем для анализа экономики России и для прогнозирования сценариев ее дальнейшего развития с использованием подхода общезкономического равновесия.

Основные результаты исследования:

- построена теоретическая модель общего равновесия для экономики РФ и с учетом специфики статистического учета (доходы/расходы населения, инвестиции реального сектора) в РФ;
- деятельность реального сектора описана с помощью задачи максимизации прибыли;
- инвестиции моделируются с учетом инерционных процессов в экономике с помощью модели частичного приспособления
- отдельно разработана модель деятельности банковского сектора.

Библиографический список

1. Ginsburgh V., Keyzer M. The structure of applied general equilibrium models. – The MIT Press, 2002
2. Shoven J.B., Whalley J. Applying general equilibrium. – Cambridge university press, 2003

3. Бессонов В.А. Проблемы построения производственных функций в российской переходной экономике. – М.: ИЭПП, 2002
4. Гальперин В.М. и др. Макроэкономика: Учебник / Общая редакция Л.С. Тарасевича. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1997
5. Конюховский П.В. Микроэкономическое моделирование банковской деятельности. – СПб.: Питер, 2001
6. Уэлли Дж. Прикладные модели общего экономического равновесия // Панорама экономической мысли конца XX столетия. – СПб.: Экономическая школа, 2002
7. www.gks.ru
8. www.cbr.ru