

управленческим инновациям: это отсутствие возможности точного измерения степени понимания сотрудниками нововведений, уровня их лояльности к ним и качества исполнения новых форм и методов взаимодействия. Отсюда следует, что при внедрении новшеств в управленческую и организационную сферу хозяйственной системы необходимо выделение ресурсов на обучение сотрудников и контроль их перехода к новому формату деятельности.

Таким образом, можно сделать вывод, что основными инструментами осуществления различных форм обновлений хозяйственных систем в настоящее время является внедрение организационно-управленческих инноваций, представляющих собой новый способ функционирования и управления предпринимательской структурой, ориентированный на повышение эффективности ее деятельности и конкурентоспособности.

Литература

1. Официальный сайт Федерального органа государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>.
2. Абрамешин А. Е., Аксенов С. Н. Менеджмент инновационной организации: учебное пособие / под ред. проф. А. Н. Тихонова. М.: Европейский центр по качеству, 2003.

УДК 330.362 (330.43)

Горидько Нина Павловна, Нижегородцев Роберт Михайлович

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ IS-LM МЕТОДАМИ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА: УСЛОВИЯ РЫНОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ

В статье осуществляется построение модели IS-LM для экономики Украины 2000-2008 годов при помощи методов эконометрики. Обсуждаются алгоритмы построения кривых, характеризующих равновесие товарного и денежного рынков, делаются содержательные выводы относительно состояния и динамики макросистемы Украины за рассматриваемый период.

Ключевые слова: модель IS-LM, регрессионный анализ, макроэкономическое неравновесие, экономическая динамика.

**Goridko Nina P., Nizhegorodtsev Robert M.
CREATING THE IS-LM MODEL BY METHODS
OF ECONOMETRIC ANALYSIS: CONDITIONS OF MARKET EQUILIBRIUM FOR
ECONOMY OF UKRAINE**

The IS-LM model for economy of Ukraine in 2000-2008 has been created in the paper by econometric methods. There were algorithms of creating the curves showing equilibrium of goods and money markets under consideration, some conclusions about the Ukrainian macrosystem's current state and dynamics have been drawn for the considered period.

Key words: the IS-LM model, regression analysis, macroeconomic disequilibrium, economic dynamics.

Одной из наиболее распространенных моделей, описывающих рыночное равновесие, в экономической теории является модель *IS-LM*, разработанная Дж. Хиксом и Э. Хансеном. Наша задача заключается в том, чтобы на примере конкретной макросистемы (а именно – современной экономики Украины) построить эту модель при помощи методов эконометрики.

Для этого нужно построить множество точек, в каждой из которых объемы инвестиций и сбережений совпадают (кривая *IS*), а затем – множество точек, в каждой из которых спрос на денежные активы равен предложению денег (кривая *LM*). Разумеется, в реальных макросистемах спрос и предложение денег никогда не совпадают, так же, как объемы инвестиций и сбережений никогда не равны друг другу [1, 2]. Тем интереснее, построив соответствующую

модель, сделать вывод относительно разрывов, в которых пребывает исследуемая макросистема в соответствующий период ее развития.

Построение кривой IS. Кривая *IS* (*I* – investment, т.е. инвестиции, *S* – savings, т.е. сбережения) моделирует равновесие на товарном рынке, которое пределяется соотношением ВВП (*Y*) и процентной ставки (*r*).

Традиционно предполагается, что уровень процентной ставки напрямую влияет именно на объем инвестиций: чем выше процентная ставка (чем дороже кредитные средства), тем меньше желания инвестировать. Если ожидаемая норма прибыли по инвестициям ниже процентной ставки, инвестиционный проект является нерентабельным и его реализация неэффективна. В большинстве учебников подобная зависимость изображается линейной функцией, но, как доказывалось ранее, в том числе и авторами данной статьи, макроэкономические процессы чаще всего нелинейны [3–5], и это подтверждается нанесенными на график (рис. 1) точками, соответствующими эмпирическим данным по экономике Украины за 2001–2012 гг. [6–9]. Впрочем, общая картина действительно соответствует теоретическим представлениям, поскольку при ставке процента более 20 %, что соответствует данным 2001–2002 гг., объем инвестиций был минимален.

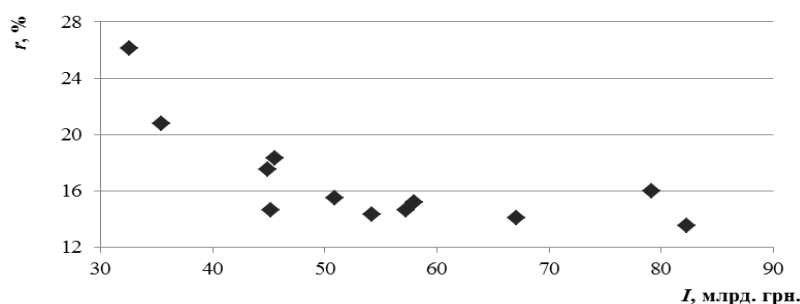


Рис. 1. Соотношение объема инвестиций и ставки процента в экономике Украины, 2001–2012 гг.

Следует отметить, что в качестве ставки процента нами выбрана процентная ставка на межбанковском кредитном рынке; а объем инвестиций, так же, как и другие стоимостные показатели, приведен к уровню цен базового 2001 г. путем дефлирования.

Сбережения – функция от дохода *S(Y)*, притом чем больше совокупный доход макросистемы, тем больше изъятия (сбережения). Но график, изображенный на рис. 2, не подтверждает эту логику, во всяком случае, на нем явно видны «выбросы», соответствующие послекризисному периоду, да и вид графика наводит на мысль о существовании квадратичной зависимости.

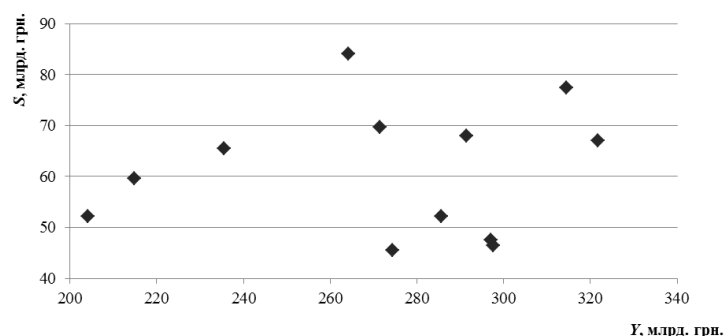


Рис. 2. Соотношение объема ВВП и валовых сбережений в экономике Украины, 2001–2012 гг.

Попытка получить значимую функцию *S(Y)* за весь анализируемый период не привела к успеху, поэтому мы построили модель, описывающую связь этих показателей за докризисный период 2001–2008 гг.:

$$S = -216,315 + 2,068*Y - 0,004*Y^2. \quad (1)$$

Изменение валового выпуска на 67% объясняет вариацию объема сбережений. Функция значима на уровне значимости 10%, но при этом наблюдается низкий уровень доверия к свободному члену (см. табл. 1).

Таблица 1

Параметры регрессии для модели (1)

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,820429				
R-квадрат	0,673104				
Нормированный R-квадрат	0,542345				
Стандартная ошибка	6,637572				
Наблюдения	8				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	453,5873	226,7936	5,147689204	0,061097642
Остаток	5	220,2868	44,05737		
Итого	7	673,8741			
	Коэффициенты		Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение
S -пересечение	-216,315		117,9766	-1,83354	0,126191217
Y	2,067998		0,913055	2,264923	0,072900763
Y ²	-0,00367		0,001731	-2,11828	0,087696652

Исключение свободного члена привело к получению уравнения:

$$S = 0,398*Y - 0,0005*Y^2. \quad (2)$$

Естественно, возросли качественные показатели регрессии: $R^2=0,99$, значимость критерия Фишера увеличилась, но стандартная ошибка аппроксимации также возросла (табл. 2).

Таблица 2

Параметры регрессии для модели (2)

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,995088				
R-квадрат	0,990199				
Нормированный R-квадрат	0,821899				
Стандартная ошибка	7,835841				
Наблюдения	8				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	37221,19	18610,6	303,1022	6,05E-06
Остаток	6	368,4024	61,4004		
Итого	8	37589,59			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -Значение
<i>S</i> -пересечение				
<i>Y</i>	0,397845	0,074202	5,361656	0,001725
<i>Y</i> ²	-0,00052	0,000265	-1,96037	0,097644

Таким образом, зависимость между сбережениями и уровнем валового дохода в экономике Украины 2001–2008 гг. является квадратичной. Это означает, что при повышении объема ВВП до определенного уровня сбережения также росли, но с достижением критического значения дальнейшее повышение уровня ВВП сопровождалось сокращением валовых сбережений.

За тот же докризисный период построим функцию $I(r)$, которая, по нашему мнению, наиболее качественно аппроксимируется гиперболической зависимостью (рис. 1):

$$I = 80,381 + \frac{3038,914}{r}. \quad (3)$$

Изменение процентной ставки на 71,5% объясняет вариацию объема инвестиций, модель в целом значима на уровне значимости 1%, но свободный член в данной модели также является незначимым (табл. 3).

Таблица 3

Параметры регрессии для модели (3)

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,846067			
R -квадрат		0,715829			
Нормированный R -квадрат		0,668468			
Стандартная ошибка		25,28507			
Наблюдения		8			
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	9662,957	9662,957	15,11408	0,008098
Остаток	6	3836,007	639,3346		
Итого	7	13498,96			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение	
I -пересечение	80,38107	48,25503	1,665755	0,146814	
$1/r$	3038,914	781,6773	3,887684	0,008098	

Исключив свободный член, мы получили функцию:

$$I = \frac{952,682}{r}. \quad (4)$$

Все характеристики модели улучшились: возросли коэффициент детерминации и *F*-критерий, уменьшилась сумма квадратов невязок (табл. 4).

Таблица 4

Параметры регрессии для модели (4)

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,985491				
R -квадрат	0,971192				
Нормированный R -квадрат	0,828335				
Стандартная ошибка	10,82834				
Наблюдения	8				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	27670,42	27670,42	235,9892	4,81E-06
Остаток	7	820,7701	117,2529		
Итого	8	28491,19			
	Коэффициенты		Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение
I -пересечение					
$1/r$	952,6815		62,0157	15,36194	1,19E-06

Поскольку равновесие на товарном рынке определяется равенством инвестиций и сбережений, приравняем уравнения (2) и (4):

$$0,398*Y - 0,0005*Y^2 = \frac{952,682}{r}.$$

$$\text{Отсюда } r = \frac{952,682}{0,398*Y - 0,0005*Y^2}.$$
(5)

График функции (5) вместе с фактическими данными изображен на рис. 3, это и есть кривая IS .

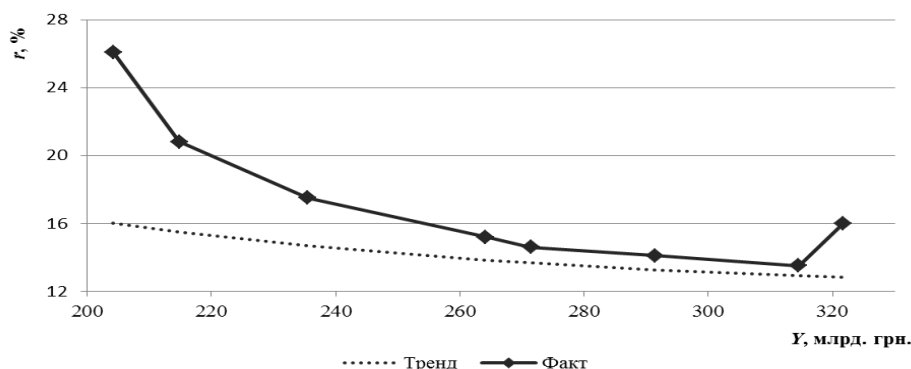


Рис. 3. Кривая IS для экономики Украины, 2001–2008 гг.

Построение кривой LM . Кривая LM (L – liquidity, т. е. ликвидность; M – money, т. е. деньги) моделирует равновесие на денежном рынке, которое определяется соотношением тех же показателей – ВВП и процентной ставки. При этом процентная ставка влияет на предло-

жение денег, т. к. рост ставки процента стимулирует приток денежных ресурсов, а ВВП определяет спрос на деньги, зависящий от объема благ на рынке.

Опишем сначала связь между показателем дефлированной денежной массы (агрегата $M2$, деленного на дефлятор ВВП – P), и процентной ставкой, в докризисный период она выглядела так, как показано на рис. 4.

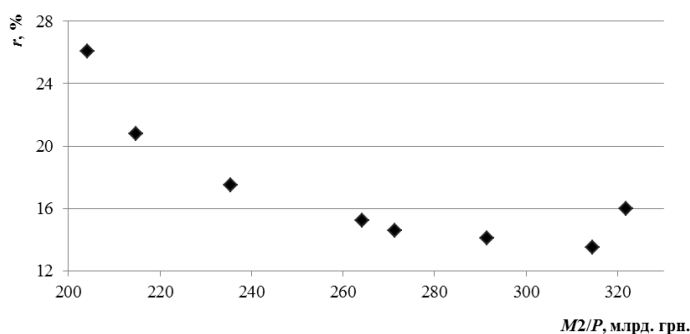


Рис. 4. Соотношение дефлированной денежной массы и ставки процента в экономике Украины, 2001-2008 гг.

Вид функции предполагает наличие степенной зависимости объема дефлированной денежной массы от ставки процента. При этом параметры регрессии находятся исходя из линеаризованной модели:

$$\ln \frac{M2}{P} = 10,1 - 1,94 \cdot \ln r \quad (6)$$

Коэффициент детерминации для этого уравнения составил 0,813, сама модель и все её параметры значимы на уровне значимости 1% (см. табл. 5).

Таблица 5

Параметры регрессии для модели (6)

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,901521			
R -квадрат		0,812741			
Нормированный R -квадрат		0,781531			
Стандартная ошибка		0,225935			
Наблюдения		8			
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	1,329307	1,329307	26,04113943	0,002214752
Остаток	6	0,306279	0,051046		
Итого	7	1,635586			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение	
(ln $M2/P$) -пересечение	10,10158	1,077987	9,370778	8,37987E-05	
ln r	-1,94339	0,380828	-5,10305	0,002214752	

Потенцируя формулу (6), получаем показатель степени для уровня процентной ставки и далее будем его использовать как константу при построении следующей функции:

$$\frac{M2}{P} = -0,6 + 25068,01 * r^{-1,94}. \quad (7)$$

Как следует из характеристик, приведенных в таблице 6, модель значима на уровне значимости 5%, изменение процентной ставки на 67,9 % объясняет вариацию дефлированной денежной массы, но свободный член незначим.

Таблица 6

Параметры регрессии для модели (7)

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,823933			
R-квадрат		0,678866			
Нормированный R-квадрат		0,625344			
Стандартная ошибка		29,41208			
Наблюдения		8			
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	10972,37	10972,37	12,68378678	0,01190659
Остаток	6	5190,422	865,0704		
Итого	7	16162,79			
	Коэффициенты		Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение
M2/P -пересечение	-0,60008		33,02908	-0,01817	0,986093724
$r^{-1,94}$	25068,01		7038,747	3,56143	0,01190659

Исключив незначимый свободный член из формулы (7), мы получили функцию:

$$\frac{M2}{P} = 24946,63 * r^{-1,94}. \quad (8)$$

Данная модель имеет более высокие объясняющие характеристики (см. таблицу 7): $R^2=0,955$, вырос критерий Фишера, уменьшилась стандартная ошибка аппроксимации, модель в целом и коэффициент при регрессоре значимы на уровне значимости 1%.

Таблица 7

Параметры регрессии для модели (8)

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,977134
R-квадрат	0,954792
Нормированный R-квадрат	0,811934
Стандартная ошибка	27,23104
Наблюдения	8

Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>
Регрессия	1	109626,6	109626,6	147,8384936	1,88176E-05
Остаток	7	5190,708	741,5297		
Итого	8	114817,3			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -Значение
<i>M2/P</i> -пересечение				
$r^{-1,94}$	24946,63	2051,72	12,15889	5,8208E-06

Поскольку денежная масса в течение года осуществляет несколько оборотов, воспользуемся функцией, обратной формуле Ирвинга Фишера [10, с. 193; 11], и найдем среднюю скорость обращения денег. Для этого построим модель, описывающую связь между рассчитанными из уравнения (8) значениями показателя дефлированной денежной массы и объёмом ВВП:

$$\frac{M2}{P} = 0,433 * Y. \quad (9)$$

Параметры модели (9) представлены в таблице 8: коэффициент детерминации равен 0,947, критерий Фишера и *t*-статистика указывают на значимость регрессии на уровне значимости 1%.

Таблица 8

Параметры регрессии для модели (9)

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,973019				
R -квадрат	0,946766				
Нормированный R -квадрат	0,803909				
Стандартная ошибка	29,54936				
Наблюдения	8				
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	108705,2	108705,2	124,4956	3,09E-05
Остаток	7	6112,155	873,1649		
Итого	8	114817,3			
	Коэффициенты		Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение
$M2/P$ -пересечение					
Y		0.43512	0.038997	11.15776	1.03E-05

Как следует из формулы Ирвинга Фишера, количество оборотов равно единице, делённой на коэффициент регрессии из уравнения (9), т. е.:

$$V = \frac{1}{0,435} = 2,298.$$

Отсюда предложение денег, обозначенное как L^S , описывается с помощью функции:

$$L^S = 2,298 \cdot 24946,63 \cdot r^{-1,94} = 57333,39 \cdot r^{-1,94}. \quad (10)$$

Спрос на деньги (L^D) мы определили путем суммирования значений таких статистических показателей как конечные и промежуточные потребительские расходы, а также чистые сбережения. Поскольку спрос на деньги, как говорилось ранее, есть функция зависимости объема денежной массы от валового выпуска. Исходя из рис. 5, определим тип связи между этими показателями.

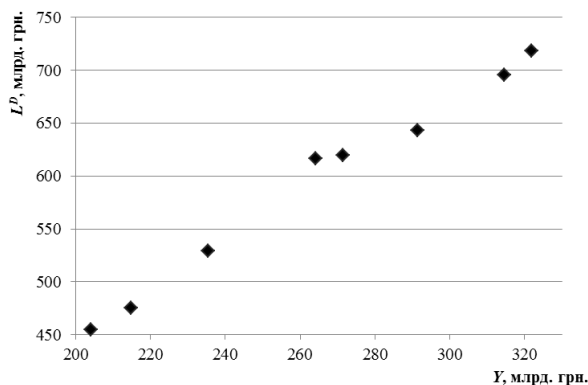


Рис. 5. Соотношение дефлированной денежной массы и ставки процента в экономике Украины, 2001–2008 гг.

Явно прослеживается линейная зависимость, описываемая формулой:

$$L^D = 7,932 + 2,214 \cdot Y. \quad (11)$$

Параметры данной модели приведены в таблице 9 и свидетельствуют об её высокой объясняющей способности, но свободный член оказался незначим.

Таблица 9

Параметры регрессии для модели (11)

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,992764			
R -квадрат		0,985581			
Нормированный R -квадрат		0,983178			
Стандартная ошибка		12,70125			
Наблюдения		8			
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	66161,58	66161,58	410,1219261	9,41899E-07
Остаток	6	967,9303	161,3217		
Итого	7	67129,51			
		Коэффициенты	Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение
L^D -пересечение		7,931857	29,28681	0,270834	0,795594911
Y		2,213873	0,109319	20,25147	9,41899E-07

Исключив незначимый свободный член, получим формулу:

$$L^D = 2,243 * Y. \quad (12)$$

Параметры регрессии модели (таблица 10) описывают её как значимую и полностью адекватную исходным данным. К тому же по сравнению с предыдущей моделью уменьшилась стандартная ошибка приближения.

Таблица 10

Параметры регрессии для модели (12)

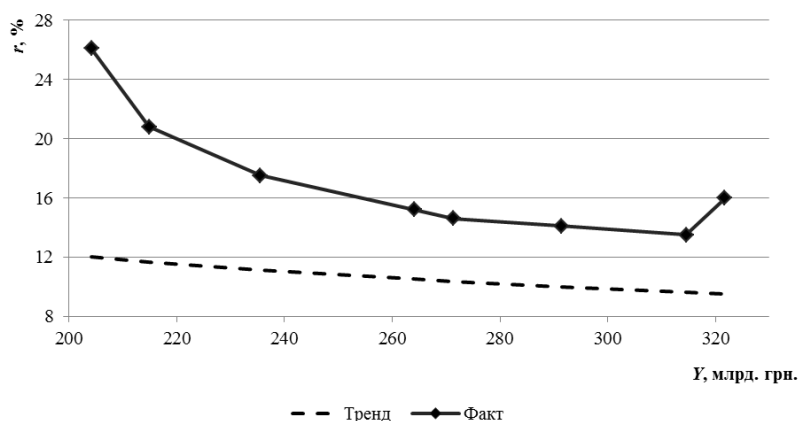
Регрессионная статистика					
Множественный R		0,99983			
R -квадрат		0,999661			
Нормированный R -квадрат		0,856804			
Стандартная ошибка		11,83073			
Наблюдения		8			
Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	2889021	2889021	20640,84709	7,6699E-12
Остаток	7	979,7634	139,9662		
Итого	8	2890001			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение	
L^D -пересечение					
Y	2,24313	0,015613	143,6692	2,08819E-13	

Приравняем предложение денег (10) и спрос на них (12):

$$57333,39 * r^{-1,94} = 2,243 * Y.$$

Следовательно, $r = 185,343 * Y^{-0,515}$. (13)

На рис. 6 показана кривая LM , отражающая равновесие спроса и предложения на денежном рынке согласно формуле (13), а также фактическое соотношение объема ВВП и процентной ставки в докризисной экономике Украины.

Рис. 6. Кривая LM для экономики Украины, 2001–2008 гг.

Исследование возможности равновесия на товарном и денежном рынках.

На следующем графике (рис. 7) попробуем соединить полученные кривые IS (формула (5)) и LM (формула (13)) и определить возможную точку равновесия.

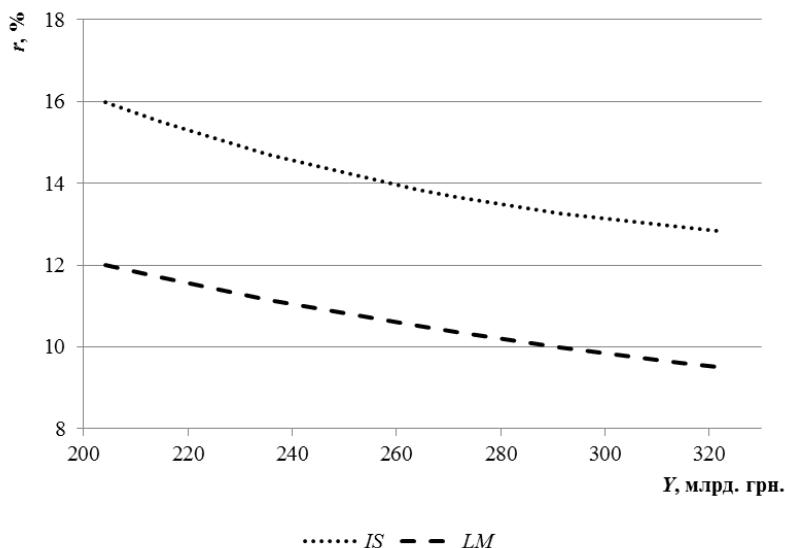


Рис. 7. Кривые IS и LM для экономики Украины, 2001–2008 гг.:
кривая LM лежит ниже кривой IS

Как видим, кривые не пересекаются и даже почти параллельны, а это значит, что равновесия на денежном и товарном рынках в исследуемом периоде быть не могло. Более того, реальный сектор (товарный рынок) сам по себе является равновесным при более высоких процентных ставках, нежели финансовый сектор (денежный рынок). Это свидетельствует о том, что равновесие в реальном секторе достижимо только при условии избытка ликвидности.

Впрочем, как следует из рис. 8, на самом деле в Украине 2001–2008 гг. процентные ставки удерживались на таком уровне, который был выше равновесного даже для товарного рынка, не говоря уже о денежном.

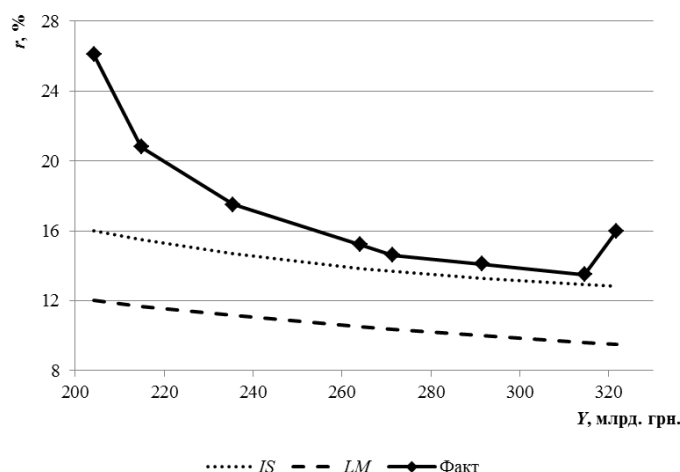


Рис. 8. Кривые IS и LM и эмпирические данные для экономики Украины, 2001–2008 гг.

Это значит, что в среднем для рассматриваемого периода в экономике Украины объем сбережений превосходил объем инвестиций. В предположении о неизменности уровня цен, стабильности процентной ставки, а также о постоянстве средних склонностей к потреблению

и сбережению в течение рассматриваемого периода (что, разумеется, является очень грубым упрощением реальной ситуации) это означает, что экономика пребывала в целом в состоянии рецессионного разрыва, при котором сложившийся в экономике уровень цен превышает равновесный, а совокупное предложение обгоняет совокупный спрос.

Сделанные в данной статье выводы хорошо согласуются с итогами предшествующего анализа современной экономики Украины [12].

Пользуясь приведенным в статье алгоритмом, можно строить модели *IS-LM* для различных макросистем в разные периоды их развития и получать содержательные выводы относительно экономической динамики соответствующих стран, усредненной по периодам продолжительностью в 7–8 лет.

Необходимое условие успешного применения указанного алгоритма заключается в том, чтобы за исследуемый период кривые *IS* и *LM* не слишком сильно смещались. Если они быстро движутся, то построить единую модель за весь рассматриваемый период не удастся, и приходится сокращать число наблюдений. Именно по этой причине редко удается построить модель *IS-LM* отдельно для кризисных лет. Погодовые данные дают количество наблюдений, недостаточное для проведения достоверных параметрических оценок, а ежемесячные данные (даже по тем странам, где они рассчитываются статистическими службами) содержат серьезные погрешности измерений. По этой причине часто приходится строить отдельные модели для кризисных периодов (там, где это возможно, и с применением немного иных алгоритмов) и для докризисных периодов [10, 12]. Построенная нами в данной статье модель *IS-LM* не является исключением из этого общего правила.

Литература

1. Нижегородцев Р. М. Неравновесная динамика макросистем и механизмы преодоления мирового кризиса. Новочеркасск: «НОК», 2011. 100 с.
2. Нижегородцев Р. М., Горидько Н. П. Управление монетарной сферой и перспективы экономического роста: уроки кризиса, модели, прогнозы // Экономическая безопасность России: уроки кризиса и перспективы роста. Т. 1 / под ред. В. А. Черешнева, А. И. Татаркина, М. В. Федорова. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2012. С. 831–877.
3. Горидько Н. П., Нижегородцев Р. М. Модели зависимости темпов инфляции от объемов денежной массы: регрессионный анализ нелинейной динамики // Экономическая наука современной России. М.: ЦЭМИ РАН. 2013. № 1 (60). С. 39–46.
4. Нижегородцев Р. М., Горидько Н. П. Монетизация экономики как фактор роста: модели полиномиальной регрессии // Российская экономическая модель: динамика и контексты: колл. монография / под общ. ред. А. И. Трубилина, В. И. Гайдука. М.: Просвещение-Юг, 2013. С. 103–117.
5. Нижегородцев Р. М. Попытки линеаризации трендов при регрессионной аппроксимации нелинейных связей // Управление инновациями–2013: Материалы международной научно-практической конференции 18–20 ноября 2013 г. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2013. С. 130–132.
6. Бюлетень Національного банку України: Щомісячне аналітично-статистичне видання Національного банку України. К.: НБУ. 2013. № 7 (244). 187 с.
7. Бюлетень Національного банку України: Щомісячне аналітично-статистичне видання Національного банку України. К.: НБУ. 2006. № 11 (164). 183 с.
8. Национальный банк Украины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bank.gov.ua>.
9. Государственная служба статистики Украины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ukrstat.gov.ua>.
10. Горидько Н. П. Регрессионное моделирование инфляционных процессов: монография [авт. предисл., науч. ред. Р. М. Нижегородцев]. М.: РосНОУ, 2012. 248 с.
11. Нижегородцев Р. М., Горидько Н. П. Регрессионное моделирование динамики реальной стоимости финансовых активов (на примере Украины) // Финансовая аналитика: проблемы и решения: Научно-практический и информационно-аналитический сборник. М.: Издательский дом «Финансы и кредит». 2012. № 14. С. 33–40.
12. Горидько Н. П., Нижегородцев Р. М. Моделирование совокупного спроса по агрегатам и «Кейнсианский крест» для современной экономики Украины // Механізм регулювання економіки: Міжнародний науковий журнал. Суми: ВТД «Університетська книга». 2013. № 1 (59). С. 168–175.