

УДК 330.356

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И КРИВАЯ ФИЛЛИПСА В ЭКОНОМИКЕ БРАЗИЛИИ

© 2012 г. Р. М. Нижегородцев, З. Р. Хакимов

Институт проблем управления РАН, г. Москва

В статье построены эконометрические модели, анализирующие инфляционные процессы в экономике Бразилии за 2006–2009 гг., а именно: кривая Филлипса, авторегрессионные модели роста темпов инфляции, факторные и авторегрессионные модели относительного прироста объемов денежной массы по различным ее агрегатам.

Ключевые слова: инфляция; кривая Филлипса; денежная масса; авторегрессионная модель.

Authors invented the econometric models of inflation in Brazil for 2006–2009: Phillips curve, autoregressional models of inflation increase, factor and autoregressional models of different monetary aggregates.

Key words: inflation; Phillips curve; monetary aggregates; autoregressional models.

Современные подходы к исследованию инфляционных процессов предполагают построение эконометрических моделей, характеризующих зависимости между темпов инфляции и рядом других макроэкономических параметров, а также доказывающих или опровергающих гипотезу адаптивных ожиданий применительно к динамике темпов инфляции.

1. Построение кривой Филлипса

Нашей ближайшей целью является построение эконометрической модели, выражающей зависимость между темпом инфляции и уровнем безработицы для современной экономики Бразилии.

Использование помесечных данных не позволяет построить значимую модель «краткосрочной» кривой Филлипса. Поэтому построим «среднесрочную» кривую, опираясь на поквартальные данные. Статистические данные об экономике Бразилии за 2006–2009 гг., взятые из материалов Комитета по статистике Бразилии [1], приведены в таблице 1.

Результаты линейной аппроксимации данных таблицы 1 по всем 15 наблюдениям

представлены на рис. 1. Полученная модель $P = -0,25 \cdot U + 3,39$ незначима прежде всего в силу низкого коэффициента детерминации (49,24%), хотя низкие р-значения для параметров модели косвенно указывают на относительную адекватность полученных числовых оценок.

По первым 10 наблюдениям (если отбросить «кризисные» данные 2009-го и второй половины 2008-го года) удастся построить качественную квадратичную модель. При этом связь между темпом инфляции и нормой безработицы ищется в виде

$$P = a \cdot U^2 + b \cdot U + c.$$

Результатом является зависимость

$$P = -0,27 \cdot U^2 + 4,37 \cdot U - 15,39, \quad (1)$$

полученная при коэффициенте детерминации $R^2 = 86,95\%$. Эконометрические параметры данной модели приведены в таблице 2, а ее графический вид отражен на рис. 2.

Кривая Филлипса позволяет обнаружить приближенное значение средней за рассматриваемый период «естественной» нормы безработицы в макросистеме или, выражаясь современным языком, не ускоряющий инфляцию уровень безработицы (*NAIRU* — non-accelerating inflation rate of unemployment). Это

Таблица 1

Поквартальные статистические данные об экономике Бразилии, 2006–2009 гг.

	Период	Квартальный уровень инфляции P	Уровень безработицы U
1	2006 Q1	0,88	10,1
2	2006 Q2	0,18	10,4
3	2006 Q3	0,25	10,6
4	2006 Q4	1,47	9,5
5	2007 Q1	1,35	9,9
6	2007 Q2	0,83	10,1
7	2007 Q3	1,16	9,5
8	2007 Q4	1,7	7,4
9	2008 Q1	1,68	8,7
10	2008 Q2	2,51	7,8
11	2008 Q3	0,94	7,6
12	2008 Q4	1,17	7,2
13	2009 Q1	1,15	9
14	2009 Q2	1,57	8,1
15	2009 Q3	0,47	7,7

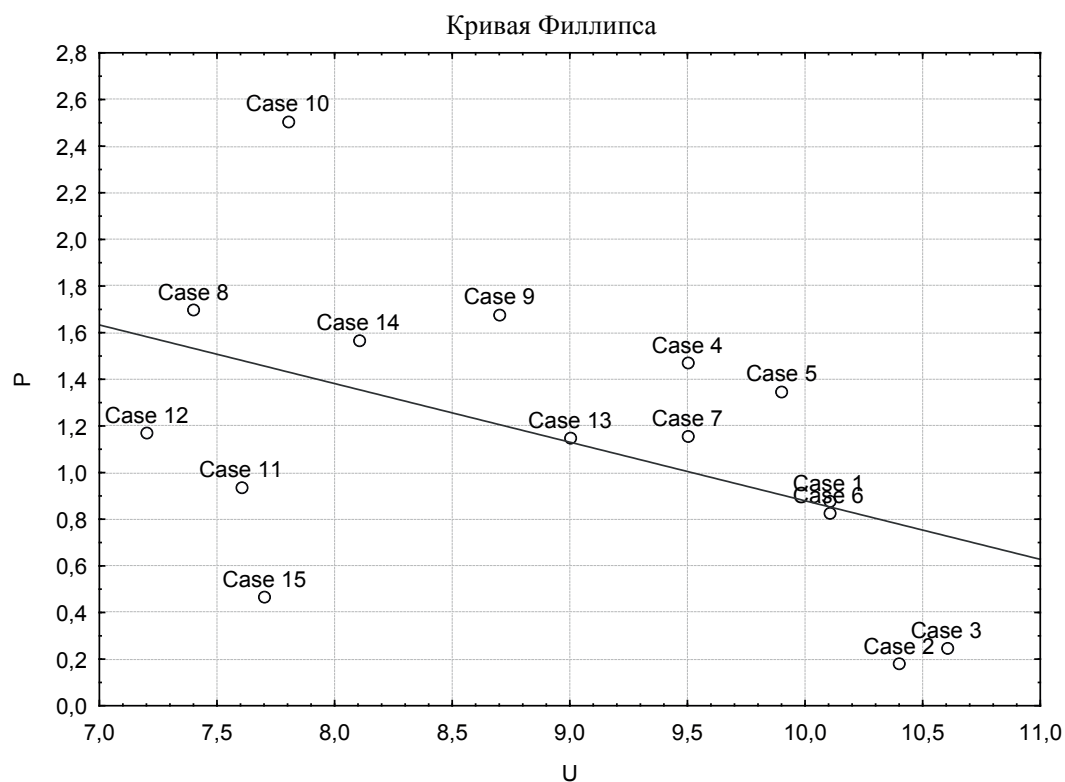
**Рис. 1.** Кривая Филлипса: линейная аппроксимация данных таблицы 1 (15 наблюдений)

Таблица 2

Эконометрические характеристики модели (1)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	-0,2746	0,105423	-2,60432	0,035203	-0,5238	-0,025269
b	4,3777	1,896662	2,30809	0,054340	-0,1072	8,862550
c	-15,3944	8,422279	-1,82782	0,110298	-35,3099	4,521132

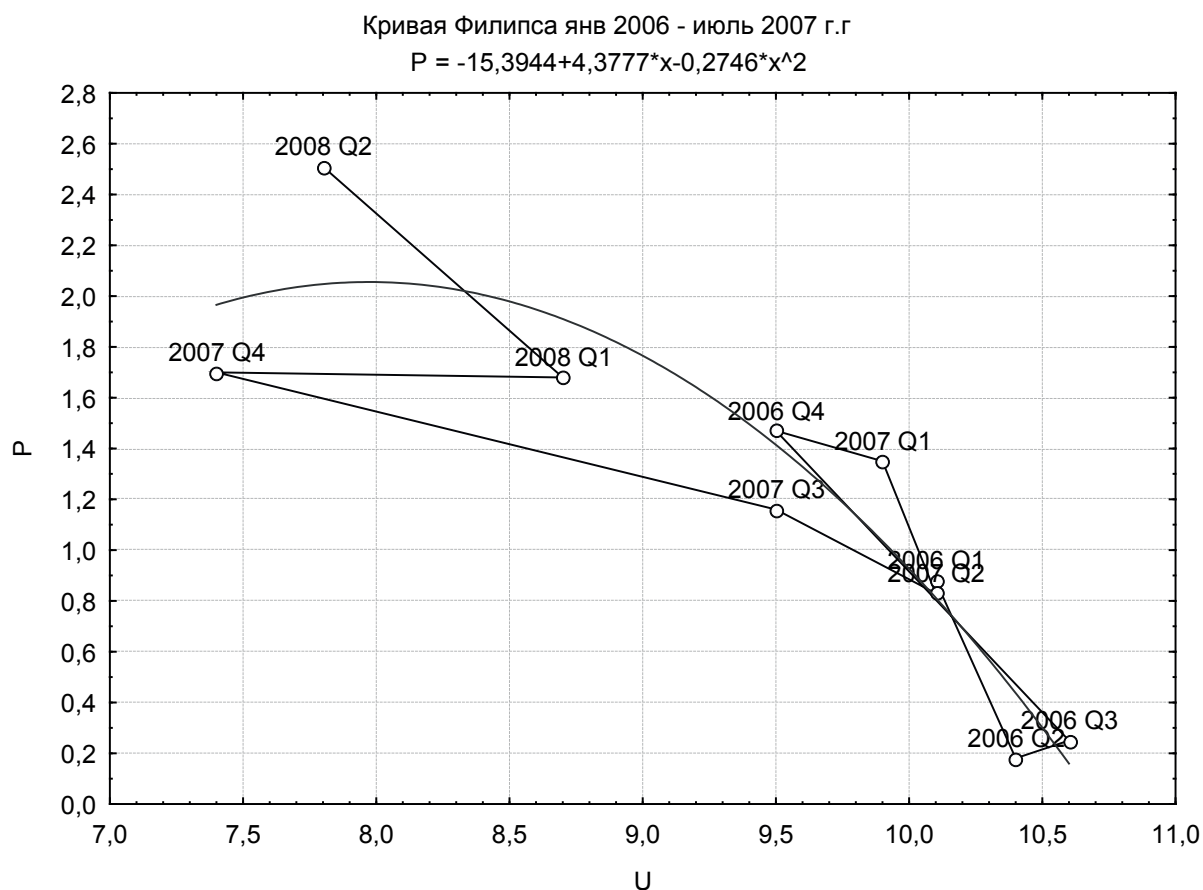


Рис. 2. Кривая Филипса: квадратичная аппроксимация данных таблицы 1 (первые 10 наблюдений)

Таблица 3

Эконометрические характеристики модели (2)

	Beta	Std.Err.	B	Std.Err.	t(5)	p-level
c			-19,4326	7,121743	-2,72863	0,041347
B	9,4055	2,935671	5,1815	1,617257	3,20386	0,023892
a	-10,2022	2,935671	-0,3144	0,090478	-3,47527	0,017749

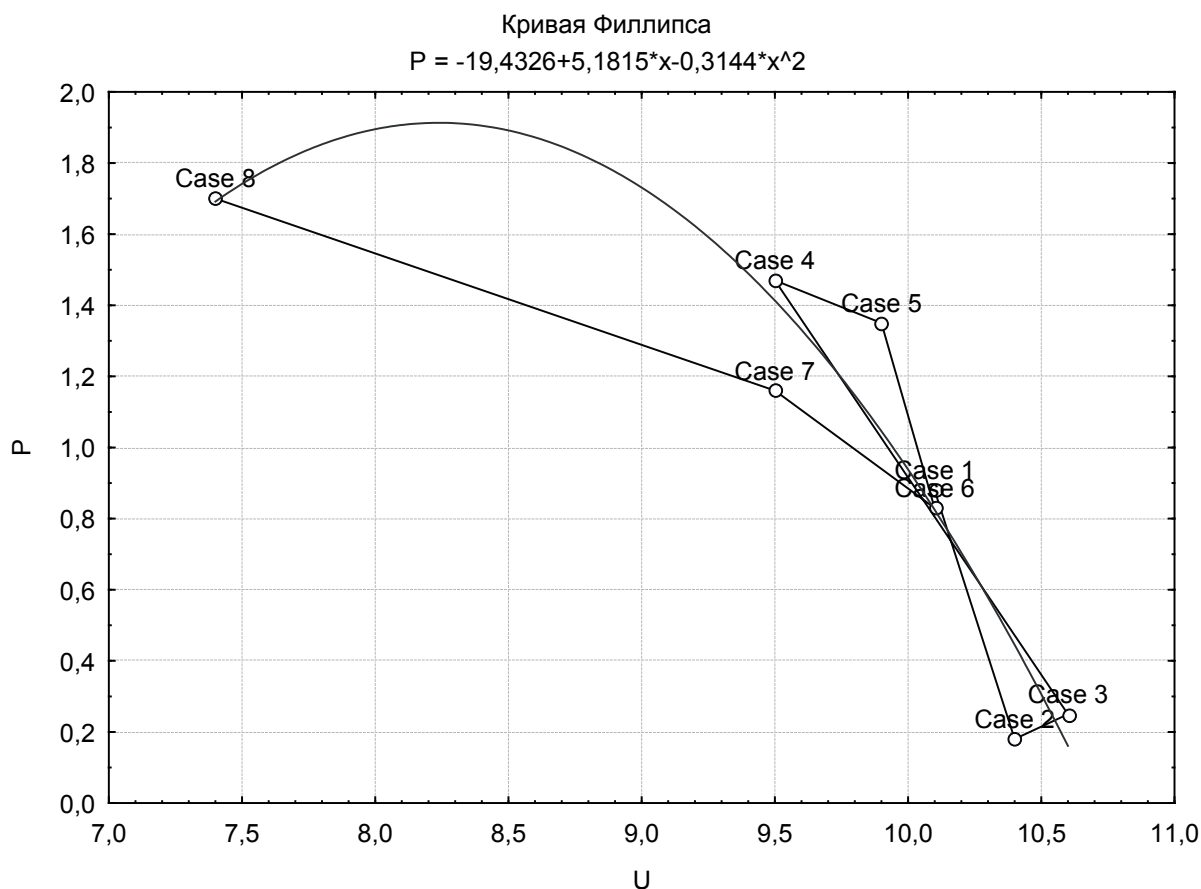


Рис. 3. Кривая Филлипса: квадратичная аппроксимация данных таблицы 1 (первые 8 наблюдений)

норма безработицы, при которой возможен «нулевой» темп инфляции, т.е. точка пересечения кривой Филлипса с осью U .

Для нахождения этой точки необходимо в формуле (1) положить $P = 0$. Получим, что $NAIRU = 10,72$ в среднем за рассматриваемый период.

О значимости модели (1) косвенно свидетельствует тот факт, что аналогичные результаты удастся получить и при аппроксимации первых 8 наблюдений из таблицы 1. Модель выглядит следующим образом:

$$P = -0,31 \cdot U^2 + 5,18 \cdot U - 19,43, \quad (2)$$

При коэффициенте детерминации $R^2 = 88,68\%$. Эконометрические характеристики модели (2) приведены в таблице 3, а графическое отображение полученного результата представлено на рис. 3.

По данным модели (2) $NAIRU = 10,71$, что очень близко к результату модели (1).

Заметим, что по последним 7 наблюдениям таблицы 1 хорошую аппроксимацию по-

лучить не удастся: значимая зависимость (ни прямая, ни обратная) между динамикой роста цен и уровнем безработицы не прослеживаются (см. рис. 4).

Это связано с тем, что во второй половине 2008 года, в период начавшегося кризиса, кривые совокупного спроса и совокупного предложения одновременно (и довольно быстро) начали смещаться.

Как известно, сдвиги точки равновесия вдоль кривой AS (стрелки 2 и 4 на рис. 5) предполагают, что существует обратная связь между динамикой нормы безработицы и темпом инфляции: экономический рост сопровождается ростом цен, а спад — их снижением. Напротив, сдвиги точки равновесия агрегированных параметров перпендикулярно кривой AS (стрелки 1 и 3 на рис. 5) предполагают, что между инфляцией и безработицей существует прямая связь: они либо одновременно растут, либо одновременно сокращаются. Если значимой связи между безработицей и

инфляцией нет, это значит, что кривые AD и AS смещаются синхронно. Именно это происходит во многих странах в период экономического кризиса, в том числе во время мирового кризиса 2008–2009 гг.

2. Авторегрессионные модели для темпов инфляции

Нашей следующей задачей является построение авторегрессионных моделей, позволяющих по данным о темпах инфляции за ряд предшествующих периодов спрогнозировать динамику этого показателя в последующем периоде.

Логика моделей такого рода исходит из концепции адаптивных ожиданий, предполагающей, что экономическая динамика последующих периодов обусловлена своими предшествующими состояниями, и знания этих состояний достаточно для адекватного прогнозирования значений соответствующих параметров.

Помесячные данные (на конец каждого месяца) о динамике темпов инфляции (индекса потребительских цен) в Бразилии за

2006–2009 гг. приведены в таблице 4. Поквартальные данные (на конец каждого квартала), как нетрудно понять, можно извлечь из этой же таблицы.

На основе анализа ежемесячных данных по всем 35 наблюдениям, приведенным в таблице 4, построены авторегрессионные модели (3) и (4).

Модель (3) выражает зависимость темпов инфляции текущего периода (месяца) от темпов инфляции двух предшествующих периодов:

$$P(n) = 1,59 \cdot P(n-1) - 0,59 \cdot P(n-2) \quad (3)$$

Коэффициент детерминации этой модели $R^2 = 99,94\%$. Ее эконометрические показатели приведены в таблице 5.

Модель (4), столь же адекватная и значимая по своим показателям, выражает зависимость темпов инфляции текущего периода от данных трех предыдущих периодов:

$$P(n) = 1,79 \cdot P(n-1) - 0,88 \cdot P(n-2) + 0,18 \cdot P(n-3). \quad (4)$$

Коэффициент детерминации этой модели тоже равен $R^2 = 99,94\%$, а ее эконометрические характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 4

Помесячные данные о темпах роста индекса потребительских цен за 2006–2009 гг. в Бразилии по отношению к базовому периоду (декабрь 1993 года = 100)

Период	CPI	Период	CPI	Период	CPI	Период	CPI
2006.01	2594,17	2007.01	2670,07	2008.01	2813,31	2009.01	2994,15
2006.02	2600,14	2007.02	2681,28	2008.02	2826,81	2009.02	3003,43
2006.03	2607,16	2007.03	2693,08	2008.03	2841,23	2009.03	3009,44
2006.04	2610,29	2007.04	2700,08	2008.04	2859,41	2009.04	3025,99
2006.05	2613,68	2007.05	2707,1	2008.05	2886,86	2009.05	3044,15
2006.06	2611,85	2007.06	2715,49	2008.06	2913,13	2009.06	3056,93
2006.07	2614,72	2007.07	2724,18	2008.07	2930,03	2009.07	3063,96
2006.08	2614,2	2007.08	2740,25	2008.08	2936,18	2009.08	3066,41
2006.09	2618,38	2007.09	2747,1	2008.09	2940,58	2009.09	3071,32
2006.10	2629,64	2007.10	2755,34	2008.10	2955,28	2009.10	3078,69
2006.11	2640,68	2007.11	2767,19	2008.11	2966,51	2009.11	3090,08
2006.12	2657,05	2007.12	2794,03	2008.12	2975,11		

На основе исследования поквартальных данных построена авторегрессионная модель (5), аналогичная модели (3):

$$P(n) = 1,01 \cdot P(n-1) - 0,1 \cdot P(n-2). \quad (5)$$

Ее коэффициент детерминации составил $R^2 = 99,31\%$, эконометрические характеристики содержатся в таблице 7.

Все представленные модели адекватны и значимы по всем показателям. Они свидетельствуют о том, что значение темпов инфляции для текущего периода с высокой вероятностью определяется значениями темпов инфляции предыдущих периодов. Следовательно, темп инфляции в данной макросистеме подвержен некой инерции и не может существенно измениться в краткосрочной перспективе при условии отсутствия сильных внешних факторов. Обратим внимание на тот факт, что сделанный вывод справедлив для периода, охватывающего кризисные 2008–2009 годы.

3. Анализ динамики объемов денежной массы

Прежде всего заметим, что объем денежной массы в Бразилии на протяжении рассматриваемого периода демонстрирует в целом устойчивый рост. Этот факт вытекает из данных как страновой, так и мировой статистики [1; 2], по которым составлены таблицы 8 и 9.

В связи с этим в первую очередь необходимо выяснить, в какой мере прирост объемов денежной массы происходит за счет роста цен, а в какой мере — за счет приращения текущего объема ВВП, вызывающего повышение спроса на деньги. Ответ на этот вопрос дают следующие три модели, анализирующие зависимость относительного прироста объемов денежного агрегата M2, M3 и M4 от темпов роста цен за тот же период и относительного прироста текущего ВВП, выраженного в неизменных ценах.

Таблица 5

Эконометрические характеристики модели (3)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	1,599003	0,123547	12,94246	0,000000	1,349675	1,848331
b	–0,597415	0,124027	–4,81680	0,000019	–0,847713	–0,347118

Таблица 6

Эконометрические характеристики модели (4)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	1,707430	0,153880	11,09586	0,000000	1,39666	2,018197
b	–0,886886	0,276022	–3,21310	0,002558	–1,44432	–0,329448
c	0,181327	0,154637	1,17259	0,247727	–0,13097	0,493624

Таблица 7

Эконометрические характеристики модели (5)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	1,012549	0,001894	0,00	0,00	0,00	0,00
b	0,100000	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 8

**Поквартальные данные о величине ВВП Бразилии за 2006–2009 гг.
в текущих и приведенных ценах**

Период	Номинальный ВВП (в текущих ценах)	Темп роста инфляции (декабрь 1993 г. = 100)	Реальный ВВП (приведен к ценам 1 квартала 2006 года)	Относит. прирост реального ВВП по отношению к предыдущему периоду
2006 Q1	549529	2607,16	549529	
2006 Q2	580068,9	2611,85	579027,3	0,053679
2006 Q3	602953,1	2618,38	601449,4	0,038724
2006 Q4	637245,9	2657,05	627971,6	0,044097
2007 Q1	621905,7	2693,08	613585,4	–0,02291
2007 Q2	664215,3	2715,49	658733,8	0,073581
2007 Q3	672195,5	2747,1	664460,7	0,008694
2007 Q4	703027,5	2794,03	691219,1	0,040271
2008 Q1	693834,2	2841,23	682307,8	–0,01289
2008 Q2	753508,2	2913,13	734910,6	0,077095
2008 Q3	779187,1	2940,58	771913,4	0,05035
2008 Q4	778351,6	2975,11	769317,8	–0,00336
2009 Q1	717431,1	3009,44	709247	–0,07808
2009 Q2	778963,6	3056,93	766862,3	0,081234
2009 Q3	797019,8	3071,32	793285,6	0,034456

Модель (6): $\delta M2 = 0,000124 \cdot P + 1,53 \cdot \delta Y - 0,33$, $R^2 = 86,39\%$.

Модель (7): $\delta M3 = 0,000082 \cdot P + 1,13 \cdot \delta Y - 0,22$, $R^2 = 93,41\%$.

Модель (8): $\delta M4 = 0,000061 \cdot P + 1,04 \cdot \delta Y - 0,15$, $R^2 = 93,28\%$.

Эконометрические показатели моделей (6)–(8) приведены в таблицах 10–12.

Все приведенные модели адекватны и значимы по всем показателям. Из построенных моделей (6)–(8) вытекают следующие выводы.

1. Относительный прирост объемов денежной массы по всем рассмотренным агрегатам лишь в малой степени обусловлен динамикой роста цен. Основной фактор этого прироста — это относительное приращение ВВП. По большому счету, в построенных мо-

делях (если использовать их в прогнозных целях) динамикой роста цен можно вовсе пренебречь.

2. Относительный прирост ВВП приводит к линейному приросту денежной массы, причем эта зависимость наблюдается по всем рассмотренным денежным агрегатам.

3. Чем выше уровень ликвидности денежного агрегата, тем выше эластичность его объема к изменению уровня ВВП ($1,53 > 1,13 > 1,04$).

4. Из трех рассмотренных моделей наиболее качественной с точки зрения эконометрических показателей является модель (7). Она имеет самый высокий коэффициент детерминации и самые низкие р-значения регрессионных параметров.

Следующая задача заключается в постро-

Таблица 9

**Поквартальные данные о величине денежных агрегатов М2, М3, М4
в Бразилии за 2006–2009 гг. в ценах 1 квартала 2006 года.**

Период	М2	М3	М4
2006 Q1	144780,5	304628,6	342894,4
2006 Q2	154037,8	321327,7	361537,3
2006 Q3	158585,9	337416,8	381341,7
2006 Q4	173948,1	362339,6	410065,4
2007 Q1	160842,1	349453,4	402182
2007 Q2	175584,1	383398,8	447979,8
2007 Q3	179063,3	388729,1	455095
2007 Q4	197321,2	408548	476039,6
2008 Q1	184310,2	390599,1	461996,1
2008 Q2	209405,1	418500,7	494916,8
2008 Q3	247344,5	456190,9	538058,8
2008 Q4	267190,9	474528,6	557684,9
2009 Q1	247279	451963,3	531196,4
2009 Q2	277554,8	509373,1	592124,4
2009 Q3	291326,1	550034,5	645350,1

Таблица 10

Эконометрические характеристики модели (6)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	0,000124	0,000075	1,64632	0,127941	–0,000042	0,000290
b	1,538562	0,274425	5,60648	0,000159	0,934556	2,142568
c	–0,339091	0,214520	–1,58070	0,142253	–0,811246	0,133064

Таблица 11

Эконометрические характеристики модели (7)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	0,000082	0,000036	2,26769	0,044488	0,000002	0,000162
b	1,133249	0,131862	8,59418	0,000003	0,843022	1,423476
c	–0,218960	0,103078	–2,12422	0,057150	–0,445832	0,007913

Таблица 12

Эконометрические характеристики модели (8)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	0,000061	0,000035	1,77964	0,102743	–0,000015	0,000137
b	1,076651	0,125871	8,55362	0,000003	0,799611	1,353691
c	–0,156191	0,098394	–1,58740	0,140729	–0,372754	0,060373

ении авторегрессионных моделей динамики денежных агрегатов. Структура этих моделей, выражающих зависимость объема денежной массы M_i текущего n -го периода от объемов двух предшествующих периодов, выглядит следующим образом:

$$M_i(n) = a \cdot M_i(n-1) + b \cdot M_i(n-2).$$

Следуя этой логике, построим три модели, характеризующие указанную зависимость.

$$\text{Модель (9): } M2(n) = 1,05 \cdot M2(n-1) + 0,1 \cdot M2(n-2), R^2 = 92,7\%.$$

$$\text{Модель (10): } M3(n) = 1,04 \cdot M3(n-1) + 0,1 \cdot M3(n-2), R^2 = 92,7\%.$$

$$\text{Модель (11): } M4(n) = 1,04 \cdot M4(n-1) + 0,1 \cdot M4(n-2), R^2 = 94,09\%.$$

Эконометрические характеристики авторегрессионных моделей (9)–(11) приведены в таблицах 13–15.

Все построенные авторегрессионные модели адекватны и значимы и могут быть применены в целях прогнозирования объемов денежной массы по различным ее агрегатам. Следовательно, концепция адаптивных ожиданий позволяет в целом верно описать динамику как темпов инфляции, так и приращения объемов денежной массы.

Основной вывод из моделей (9)–(11) заключается в том, что объем денежной массы (по любому агрегату) для текущего периода практически полностью определяется предыдущим периодом. При этом структура

Таблица 13

Эконометрические характеристики модели (9)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	1,050429	0,024655	0,00	0,00	0,00	0,00
b	0,100000	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 14

Эконометрические характеристики модели (10)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	1,043595	0,016953	0,00	0,00	0,00	0,00
b	0,100000	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 15

Эконометрические характеристики модели (11)

	Estimate	Standard	t-value	p-level	Lo. Conf	Up. Conf
a	1,046234	0,016112	0,00	0,00	0,00	0,00
b	0,100000	0,000000	0,00	0,00	0,00	0,00

рекуррентной формулы для темпов роста инфляции и для прироста объема денежных агрегатов одинакова.

Литература

1. Presidência da República: Secretaria de Assuntos Estratégicos. Ipeadata. (Комитет по статистике правительства Бразилии) [Элек-

тронный ресурс] / Официальный сайт. — Режим доступа: <http://www.ipeadata.gov.br>, свободный. — Загл. с экрана.

2. CONSULTING FINANCIAL EXCHANGE: Компания CONFINEХ. Фундаментальный анализ [Электронный ресурс] / Официальный сайт. — Режим доступа: <http://confinex.ru/analysis.aspx>, свободный. — Загл. с экрана.

Поступила в редакцию

12 февраля 2012 г.



Роберт Михайлович Нижегородцев — доктор экономических наук, заведующий лабораторией Института проблем управления РАН. Специалист в области информационной экономики, экономики инноваций, макроэкономики и экономической политики, институциональной экономики. Автор более 500 научных публикаций, в том числе 12 монографий.

Robert Mikhailovich Nizhegorodtsev — Ph.D., Doctor of Economics, laboratory chief at the RAS Institute for Control Studies. Majors in information economy, economics for innovations, macroeconomics and government policies, institutional economics. The author of more than 500 publications, including 12 monographs.

117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
65 Profsoyuznaya st., 117997, Moscow, Russia
Тел.: +7 (495) 334-79-00; e-mail: bell44@rambler.ru



Зуфар Радикович Хакимов — магистр менеджмента, соискатель Института проблем управления РАН, автор 5 опубликованных работ. Область научных интересов — математические модели в экономике.

Zufar Radikovich Khakimov — holder of master's degree in management, competitor for candidate's degree in RAS Institute of Management Problems. Author of 5 research works (with published results). General interests in the field of science — using of mathematical models in economics.

117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
65 Profsoyuznaya st., 117997, Moscow, Russia
Тел.: +7 (495) 334-79-00; e-mail: bell44@rambler.ru