Модель динамики инфляции и процентной ставки в России в 1995 году с учетом эффекта ликвидности на рынке ГКО-ОФЗ

VI

При построении эконометрической модели, описывающей финансовую стабилизацию, мы исходили из понимания этого процесса как устойчивого снижения инфляции, сопровождаемого снижением процентных ставок. Модель оценивается на недельных данных индекса потребительских цен и средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ в 1995 году. Выбор недельного шага разбиения исследуемого периода времени основан на том, что в 1995 году динамика изменения основных параметров финансового рынка очень сильно отличалась от предыдущего времени. Поэтому месячные данные за ряд лет не могут отражать единого характера процесса финансовой стабилизации за весь период и позволить выявить влияние эффекта ликвидности на доходности по государственным облигациям.

В качестве величины, отражающей уровень процентной ставки в экономике России, принята доходность ГКО-ОФЗ на торгах на вторичном рынке как наиболее рыночный показатель, определяемый в ходе свободных конкурентных торгов. Использование ставок по МБК, на наш взгляд, не совсем корректно, поскольку 80% всего объема межбанковских кредитов предоставляется на срок меньше 7 дней и ставку но ним нельзя рассматривать как отражение инфляционных ожиданий на ближайший период, хотя бы на одну неделю. Используемый ряд данных представляет собой среднюю за неделю доходность по всем обращающимся в это время сериям ГКО-ОФЗ, взвешенную по доле каждой серии в суммарном объеме торгов на вторичном рынке за неделю.

Формализация модели. Выбор вида регрессионной модели определяется на основе стандартных теоретических представлений о характере

зависимостей между уровнем инфляции и процентными ставками с учетом известных эффектов "перелета" и ликвидности.

Поскольку под финансовой стабилизацией здесь понимается процесс одновременного снижения темпов роста цен и процентных ставок (средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ), то эконометрическая модель финансовой стабилизации будет описываться системой одновременных регрессионных уравнений вида:

$$\begin{cases} \pi_t = f(1, \pi_{-t}, r_t, r_{-t}) + \varepsilon_1 \\ r_t = f(1, \pi_t, \pi_{-t}, b_t) + \varepsilon_2 , \end{cases}$$

где π_t, – индекс потребительских цен; r_t – средневзвешенная доходность ГКО-ОФЗ недели t; b_t – величина, отражающая политику государства на аукционе.

Динамика индекса потребительских цен и средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ в 1995 – начале 1996 гг. показаны на рисунке 1.

Спецификация структурного уравнения инфляции. Регрессионное уравнение, описывающее динамику темпов роста цен, которое было предложено при формализации модели, включает в себя две лаговые переменные: индекс потребительских цен и средневзвешенную доходность за ряд предыдущих периодов. Для определения лагов проведен корреляционный анализ зависимости между уровнем инфляции (его натуральным логарифмом) и лаговыми значениями инфляции и средневзвешенной доходности, рассчитанными как среднее геометрическое по n предыдущим периодам (их натуральными логарифмами).

Выявлено, что наиболее сильная корреляция инфляции текущей недели существует со средней инфляцией за предыдущие 4 недели и логарифма текущей инфляции и логарифмом лага за 4 или 7 недель. Наличие таких лагов свидетельствует о справедливости гипотезы об инертности цен, соответствующей модели с учетом эффекта "перелета"[461].

---

[461] Taylor M., 1995, The Economic of Exchange Rates, Journal of Economic Literature, Vol. XXXIII (March), pp. 13-47

Очень высокая корреляция (0,7–0,8) существует между текущей инфляцией и средним геометрическим средневзвешенной доходности прошедших периодов. Причем корреляция возрастает по мере увеличения лага, достигая максимального значения для 12 недель. Значимость такой взаимосвязи позволяет сделать важный вывод: ожидания экономических агентов являются в достаточной степени рациональными. Доходность по ГКО-ОФЗ с очень высокой точностью предсказывает будущий уровень инфляции. Лаг в 12 недель (приблизительно 3 месяца) практически совпадает со сроком обращения наиболее распространенного и привлекательного вида государственных долговых облигаций в 1995 году – трехмесячных ГКО.

Самое низкое значение корреляции наблюдается между текущим уровнем инфляции и текущей доходностью, что свидетельствует о справедливости гипотезы о независимом установлении цен на рынках товаров и финансовых активов (в модели эффекта ликвидности *R. Lucas*)[462] при наличии общей тенденции в динамике. Это позволяет исключить доходность текущей недели из числа объясняющих переменных в уравнении индекса потребительских цен.

Таким образом, можно специфицировать три регрессионных уравнения, описывающих недельную динамику индекса потребительских цен (число в нижнем индексе означает лаг в неделях от периода *t*):

$$\mathrm{Ln}\ \pi_t = a_0 + a_1 \mathrm{Ln}\pi_{-7} + a_2 \mathrm{Ln} r_{-12} + \varepsilon_1$$

$$\mathrm{Ln}\ \pi_t = a_0 + a_1 \mathrm{Ln}\pi_{-7} + a_2 r_{-12} + \varepsilon_1$$

$$\pi_t = a_0 + a_1 \pi_{-4} + a_2 r_{-3} + \varepsilon_1.$$

Спецификация структурного уравнения средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ. На протяжении 1995 года можно выделить несколько отрезков времени с различными тенденциями динамики средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ. С начала года до середины июня доходность плавно понижалась. До конца августа происходило ее резкое повышение, за которым последовало новое снижение со значительными колебаниями.

---

[462] Lucas R., 1990, Liquidity and Interest Rates, Journal of Economic Theory, Vol. 50, pp. 237-264

Анализ показывает очень высокие значения корреляционной зависимости между доходностью и средними темпами роста цен за предыдущий период. Наиболее высокие значения коэффициента корреляции существуют между текущей доходностью и натуральным логарифмом индекса потребительских цен с лагом 7–10 недель, доходностью и индексом потребительских цен с лагом 7–11 недель. Этот факт подтверждает предположение о влиянии динамики инфляции на уровень текущей доходности: устойчивое снижение темпов роста цен формирует антиинфляционные ожидания и, как следствие, понижает номинальные процентные ставки.

Однако определение динамики процента на рынке ГКО-ОФЗ на основе только уравнения И. Фишера явно недостаточно. Дисперсия средневзвешенной доходности за год в 1,56 раза превышает дисперсию индекса потребительских цен (табл. 1), что соответствует поведению процентных ставок в модели Р. *Лукас* при наличии эффекта ликвидности.

В качестве показателя, отражающего шоки для экономических агентов, действующих на финансовом рынке, было выбрано отношение выручки от размещения ГКО-ОФЗ на аукционе к объему заявок его участников. Наибольшая отрицательная корреляция (что соответствует проявлению эффекта ликвидности) наблюдается с натуральным логарифмом среднего (среднего геометрического) отношения выручки к объему заявок за период от 5 недель, включая текущую.

Результатом проведенного анализа стала спецификация трех регрессионных уравнений, описывающих динамику изменения средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ в 1995 году:

$$r_t = b_0+b_1\mathrm{Ln}\pi_t+b_2\mathrm{Ln}\pi_{-8}+b_3\mathrm{Ln}b_{-5}+\varepsilon_2$$

$$r_t = b_0+b_1\pi_t+b_2\pi_{-8}+b_3\mathrm{Ln}b_{-5}+\varepsilon_2$$

$$r_t = b_0+b_1\pi_t+b_2\mathrm{Ln}\pi_{-8}+b_3\mathrm{Ln}b_{-5}+\varepsilon_2.$$

Нахождение оценок коэффициентов регрессии и построение модели. После проведения корреляционного анализа и спецификации регрессионных уравнений получается система одновременных уравнений вида:

$$\begin{cases} \pi_t = f(1, \pi_{-t}, r_{-t}) + \varepsilon_1 \\ r_t = f(1, \pi_t, \pi_{-t}, b_t) + \varepsilon_2. \end{cases}$$

Эндогенными переменными являются π_t и r_t.
Экзогенные переменные – π_{-t}, r_{-t}, b_t.
Такая система одновременных уравнений является диагонально-рекурсивной. Если предположить, что остаточные члены ε_1 и ε_2 независимы между собой, то эндогенные регрессоры также не коррелируют с остаточными членами. В этом особом случае системы одновременных уравнений для решения можно применить обычный метод наименьших квадратов отдельно к каждому уравнению. Полученные оценки будут состоятельны, асимптотически эффективны и асимптотически нормально распределены.
После оценки регрессионных уравнений инфляции наилучшие результаты получены для $\mathrm{Ln}\pi_t = a_0 + a_1 \mathrm{Ln}\pi_{-7} + a_2 \mathrm{Ln} r_{-12} + \varepsilon_1$. Значение *t*-статистики для свободного члена a_0 равно –0,46541,(далее указано в скобках) что позволяет отбросить его как статистически незначимый и оценить уравнение заново без a_0.
Наилучшие результаты для средневзвешенной доходности получены для уравнения $r_t = b_0 + b_1 \mathrm{Ln}\pi_t + b_2 \mathrm{Ln}\pi_{-8} + b_3 \mathrm{Ln} b_{-5} + \varepsilon_2$.

Окончательно получена следующая система уравнений:

$$\mathrm{Ln}\pi_t = 0{,}757\ \mathrm{Ln}\pi_{-7} + 0{,}314\ \mathrm{Ln} r_{-12} + \varepsilon_1\ (R^2 = 0{,}771)$$

$$(4{,}93) \qquad (1{,}78)$$

$$r_t = 0{,}148 - 0{,}002\ \mathrm{Ln}\pi_t + 0{,}029\ \mathrm{Ln}\pi_{-8} + 0{,}015\ \mathrm{Ln} b_{-5} + \varepsilon_2\ (R^2 = 0{,}809).$$

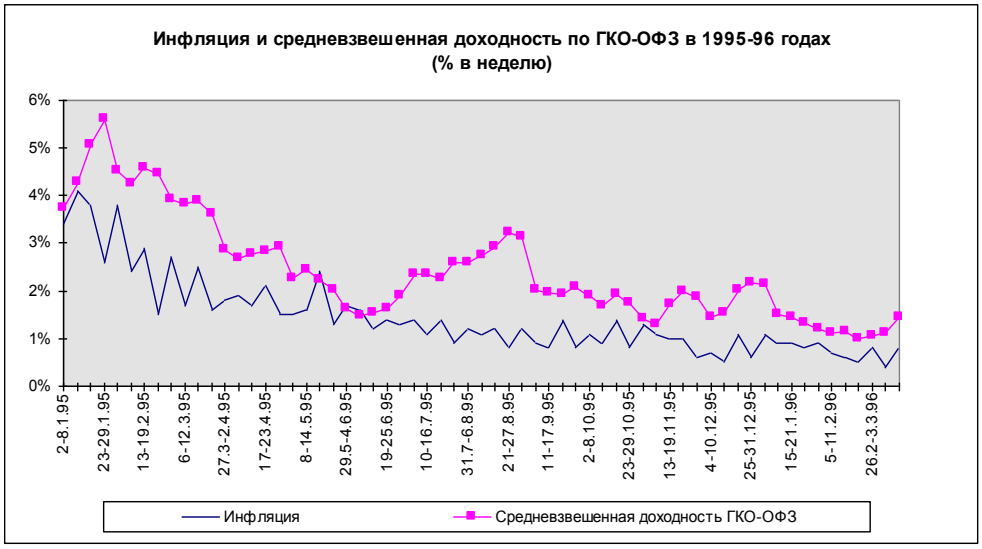
$$(14{,}46)\ (-0{,}72) \qquad (8{,}59) \qquad (5{,}15)$$

Полная статистика оценки регрессионных уравнений приведена в таблицах 2 и 3, модели показаны на рисунках 2, 3 и 4.

Выводы. Целью данного исследования была проверка двух гипотез, объясняющих поведение финансовых индикаторов (инфляции, номинального курса рубля и процентных ставок): об эффекте "перелета" как следствии жесткой денежно-кредитной политики зимой 1994 – 1995 гг.

и сдвиге в структуре портфелей в сторону рублевых активов в результате изменения ожиданий экономических агентов.[463] Обе гипотезы не исключают друг друга. Корреляционный анализ и регрессионная модель инфляции показывают, что динамика цен описывается функцией типа Кобба–Дугласа от среднего геометрического индекса потребительских цен за предыдущие 2 месяца (отражает инерционность цен) и среднего геометрического доходности по ГКО-ОФЗ за предыдущие 3 месяца (свидетельствует о том, что ожидания экономических агентов в значительной степени рациональны).

Рис. 1



Однако значительные колебания доходности ГКО-ОФЗ на протяжении всего 1995 года и ее рост летом не могут быть объяснены с точки зрения указанных выше гипотез. В этой связи было выдвинуто предположение о влиянии так называемого эффекта ликвидности. Проверка этого предположения показала его справедливость. Была выявлена значительная (около –0,6) отрицательная корреляция между средневзвешенной доходностью ГКО-ОФЗ и отношением выручки на первичных аукционах к объему заявок (т. е. показателем, отражающим шоки для инвесторов в результате действий государства в условиях

[463] Easterly W., Wolf H. The Wild Ride Of The Ruble, World Bank, July, 1995

жесткого бюджетного ограничения участников аукциона). Полученные методом наименьших квадратов оценки регрессии доходности статистически значимы (*t*-статистика для коэффициента при данной переменной равна 5,15).

Таблица 1

Var (r)	0,00011238
Var (π)	0,00007199
Var (r) / Var (π)	1,56112166

Таблица 2

Статистика регрессионного уравнения индекса потребительских цен $Ln\pi_t = a_1 Ln\pi_{-7} + a_2 Ln r_{-12} + \varepsilon_1$		
Множественный коэффициент корреляции R		0,878
Коэффициент множественной детерминации R^2		0,771
Нормированный R^2		0,747
Стандартная ошибка		0,236
Число наблюдений (степеней свободы)		52 (50)
F-статистика		84,4
Статистика Дарбина-Уотсона		2,346
Коэффициенты:	a_1	a_2
Оценка	0,757	0,314
t-статистика	4,93	1,78
Стандартная ошибка	0,153	0,177

Таблица 3

Статистика регрессионного уравнения средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ $r_t = b_0+b_1 Ln\pi_t+b_2 Ln\pi_{-8}+b_3 Ln b_{-5}+\varepsilon_2$				
Множественный коэффициент корреляции R			**0,900**	
Коэффициент множественной детерминации R^2			**0,809**	
Нормированный R^2			**0,797**	
Стандартная ошибка			**0,005**	
Число наблюдений (степеней свободы)			**52 (48)**	
F-статистика			**67,8**	
Статистика Дарбина-Уотсона			**1,253**	
Коэффициенты:	**b_0**	**b_1**	**b_2**	**b_3**
Оценка	**0,148**	**-0,002**	**0,029**	**0,015**
***t*-статистика**	**14,46**	**-0,715**	**8,59**	**5,15**
Стандартная ошибка	**0,010**	**0,003**	**0,003**	**0,003**

Рис. 2

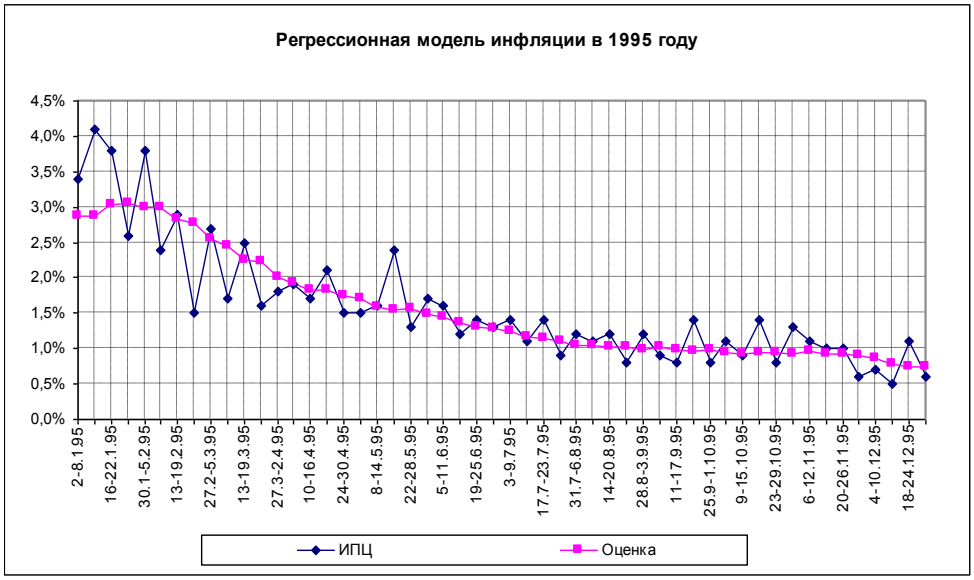


Рис. 3

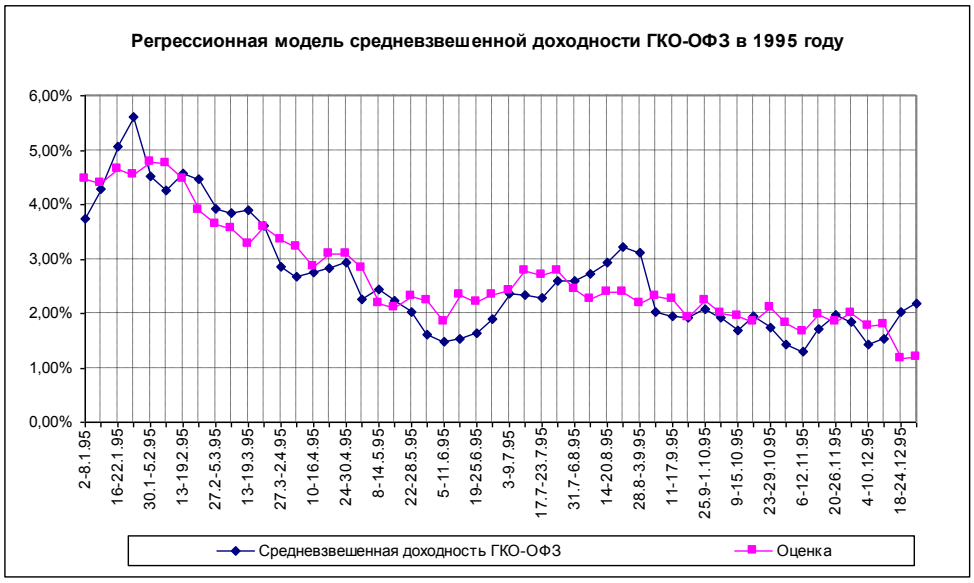
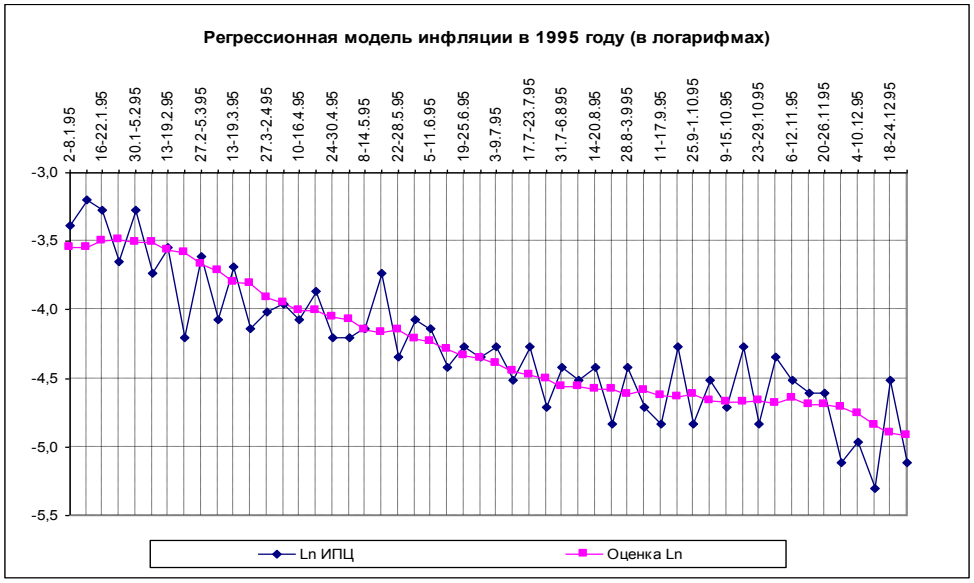

Регрессионная модель средневзвешенной доходности ГКО-ОФЗ в 1995 году
6,00%
5,00%
4,00%
3,00%
2,00%
1,00%
0,00%
2-8.1.95
16-22.1.95
30.1-5.2.95
13-19.2.95
27.2-5.3.95
13-19.3.95
27.3-2.4.95
10-16.4.95
24-30.4.95
8-14.5.95
22-28.5.95
5-11.6.95
19-25.6.95
3-9.7.95
17.7-23.7.95
31.7-6.8.95
14-20.8.95
28.8-3.9.95
11-17.9.95
25.9-1.10.95
9-15.10.95
23-29.10.95
6-12.11.95
20-26.11.95
4-10.12.95
18-24.12.95
Средневзвешенная доходность ГКО-ОФЗ
Оценка

Рис. 4


Регрессионная модель инфляции в 1995 году (в логарифмах)
2-8.1.95
16-22.1.95
30.1-5.2.95
13-19.2.95
27.2-5.3.95
13-19.3.95
27.3-2.4.95
10-16.4.95
24-30.4.95
8-14.5.95
22-28.5.95
5-11.6.95
19-25.6.95
3-9.7.95
17.7-23.7.95
31.7-6.8.95
14-20.8.95
28.8-3.9.95
11-17.9.95
25.9-1.10.95
9-15.10.95
23-29.10.95
6-12.11.95
20-26.11.95
4-10.12.95
18-24.12.95
-3,0
-3,5
-4,0
-4,5
-5,0
-5,5
Ln ИПЦ
Оценка Ln