

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КРАТКОСРОЧНОЙ КРИВОЙ ФИЛЛИПСА НА ПРИМЕРЕ РОССИИ

**Цель работы:** оценить взаимосвязь реального выпуска и темпа инфляции в краткосрочной перспективе в российской экономике.

**Задачи работы:**

1. Получить в явном виде решение моделей, описывающих краткосрочную кривую Филлипса.
2. Оценить динамику инфляционных ожиданий в России.
3. Провести подробную верификацию нескольких вариантов кривой Филлипса по данным российской экономики:
  - верификация предпосылок;
  - эконометрическая оценка параметров и их значимости;
  - оценка кривой Филлипса методом калибровки.

**Актуальность:**

- Проблема понимания экономических колебаний;
- Краткосрочное и среднесрочное прогнозирование инфляции и изменения выпуска;
- Оптимизация БНП и КДП.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Общим положением для всех тестируемых моделей является рассмотрение совокупного спроса как источника экономических колебаний (при этом шоки предложения фактически игнорируются):

$$m_t = p_t + y_t, \quad (1)$$

где  $m_t$  может рассматриваться либо узко как логарифм предложения денег, либо более широко как совокупный спрос;  $y_t$  – логарифм валового выпуска в экономике, нормированный таким образом, что долгосрочный уровень выпуска  $\bar{y} = 0$ ;  $p_t$  – уровень цен в экономике, рассчитанный как логарифм дефлятора.

#### Модель адаптивных ожиданий

Предложенная изначально А. Филлипсом (Phillips, 1958) при описании ситуации на рынке труда, одноимённая кривая была позже дополнена М. Фридманом (Friedman, 1968) и Э. Фелпсом (Phelps, 1968) адаптивными ожиданиями и стала классическим инструментом макроэкономической науки. Кривая Филлипса в таком случае задаётся уравнением:

$$p_t = b y_t + p_{t-1}, \quad (2)$$

где  $p_t = p_t - p_{t-1}$  – инфляция за период  $t$ , рассчитанная как разность уровней цен на конец и начало периода. Решение системы из уравнений (1) и (2) задаёт динамику уровня цен:

$$p_t = \frac{2}{1+b} p_{t-1} - \frac{1}{1+b} p_{t-2} + \frac{b}{1+b} m_t \quad (3)$$

### Модель жёстких цен

Главная идея, воплощенная в этой модели, состоит в том, что каждый период времени  $t$  лишь часть фирм (их доля равна  $\lambda$ ) меняет свои цены. На протяжении последних 30 лет были предложены весьма разнообразные возможные причины жёсткости цен на микроуровне: жёсткость номинальной заработной платы (Fischer, 1977), «издержки меню» (Mankiw, 1985), неопределённость реакции спроса на изменение цены продукции (Barro, 1972) и многие другие. Уравнение кривой Филлипса:

$$p_t = \frac{al^2}{1-l} y_t + E_t(p_{t+1}) \quad (4)$$

Параметр  $a$  показывает чувствительность цены на уровне фирмы к отклонению выпуска от потенциального значения. В дальнейшем будет удобно воспользоваться обозначением  $g = \frac{al^2}{1-l}$ . Таким образом, в рамках модели жёстких цен инфляция зависит от нынешних ожиданий будущей инфляции. Решение системы (1) и (4) даёт следующее выражение для уровня цен:

$$p_t = \frac{1}{1+g} p_{t-1} + \frac{g}{1+g} m_t + \frac{1}{1+g} E_t(p_{t+1}) \quad (5)$$

### Модель жёсткой информации

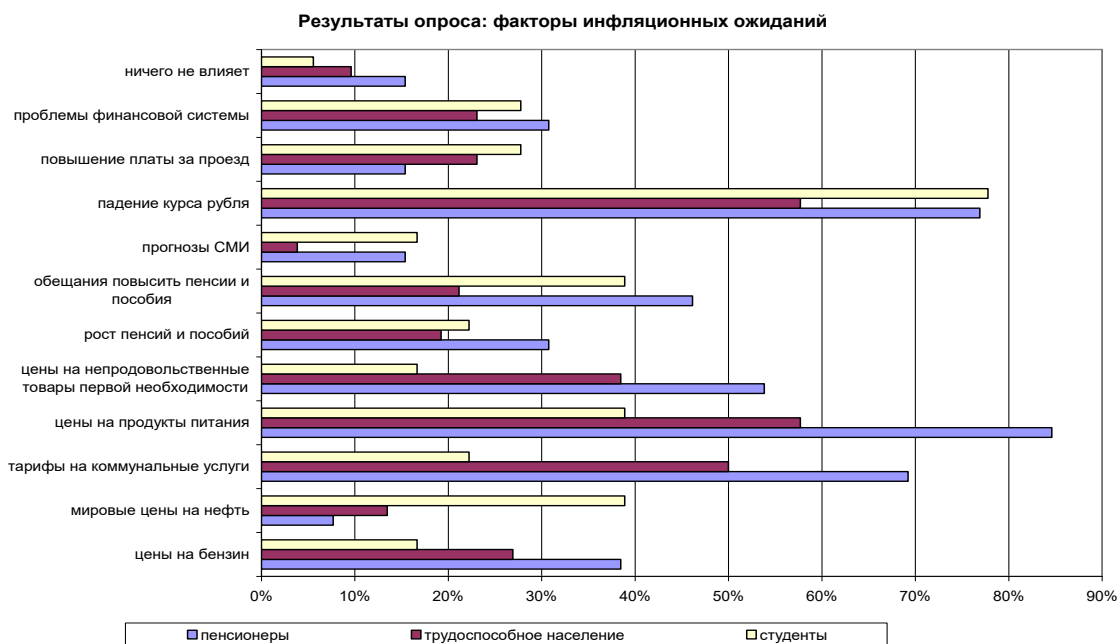
Альтернативная теория была предложена Мэнкью и Рейсом (Mankiw, Reis, 2002). Предполагается, что каждая фирма при установлении цен руководствуется всей имеющейся у неё информацией, а ожидания формируются рационально. Но так как информация распространяется неравномерно, то часть предприятий формирует свои цены на основе устаревших данных. Кривая Филлипса:

$$p_t = \frac{al}{1-l} y_t + l \sum_{j=0}^{\infty} (1-l)^j E_{t-1-j}(p_t + a g_t), \quad (6)$$

где  $g_t = y_t - y_{t-1}$  – темп роста реального валового выпуска. Фактически, эта запись указывает на то, что текущий рост цен зависит от ожиданий предшествующих периодов нынешней инфляции и нынешнего роста производства. Решая систему из уравнений (1) и (6), получаем:

$$p_t = \frac{1-l}{1-l(1-a)} p_{t-1} + \frac{al}{1-l(1-a)} m_t - \frac{al(1-l)}{1-l(1-a)} m_{t-1} + \frac{al(1-l)}{1-l(1-a)} E_{t-1}(m_t) + \frac{l(1-l)(1-a)}{1-l(1-a)} E_{t-1}(p_t) \quad (7)$$

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА РЕСПОНДЕНТОВ



Основные результаты опроса:

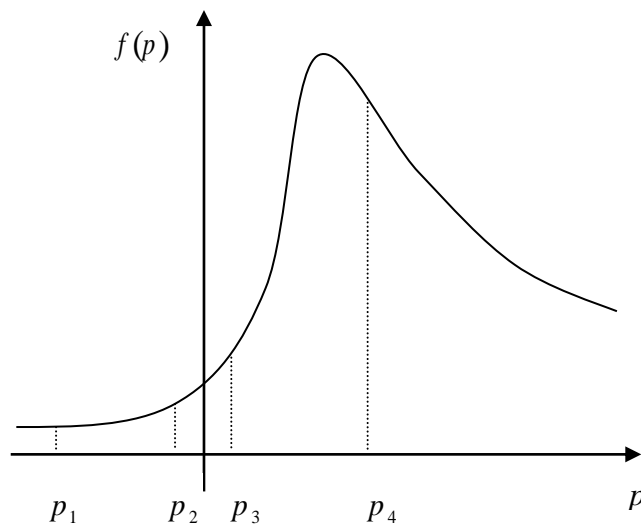
1. Основным фактором инфляционных ожиданий выступает курс рубля по отношению к доллару и евро, которые являются главными альтернативными активами в «портфеле» населения.
2. Рост цен, по мнению респондентов, проявляется в первую очередь в удорожании наиболее употребительных товаров и услуг естественных монополий.
3. Среди важнейших факторов для пенсионеров – обещания правительства повысить пенсии и непосредственно само повышение.
4. Уровень доверия населения к антиинфляционной политике правительства и ЦБ весьма низок.
5. Действия населения, направленные на спасение сбережений и доходов от инфляции, весьма разнообразны и даже противоречивы.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФЛЯЦИОННЫХ ОЖИДАНИЙ

Предпосылки:

- агрегированные инфляционные ожидания общества имеют непрерывную и дифференцируемую функцию распределения, причём функция плотности распределения выглядит так, как показано на рисунке;



- существуют такие средние значения  $p_1, p_2, p_3, p_4$ <sup>1</sup>, что падение цен более чем на  $|p_1|$  рассматривается обществом как «значительное снижение цен», от  $|p_2|$  до  $|p_1|$  – как

«незначительное снижение цен», изменение цен в диапазоне от  $p_2$  до  $p_3$  воспринимаются как «неизменность цен», повышение цен на величину от  $p_3$  до  $p_4$  – как «незначительный рост цен», а инфляция, превышающая  $p_4$ , – как «значительный рост цен».

Тогда в соответствии с методологией Росстата индекс ожидаемого изменения цен равен<sup>2</sup>:

$$I = \int_{-I}^{+I} f(p) dp + \frac{1}{2} \int_{p_1}^{p_2} f(p) dp - \frac{1}{2} \int_{p_3}^{p_4} f(p) dp - \int_{p_4}^{+I} f(p) dp \cdot 100 \quad (8)$$

Зная величину этого индекса, необходимо оценить ожидаемую инфляцию:

$$E(p) = \int_{-I}^{+I} p f(p) dp \quad (9)$$

Дополнительные предпосылки:

- $p_1, p_2, p_3$  и  $p_4$  равны соответственно -10.5%, -2%, 3% и 12.5% (по данным опроса);
- инфляционные ожидания описываются одним и тем же законом распределения в любой момент времени, но, возможно, с разными параметрами;
- определим закон распределения как гамма-распределение с параметром масштаба равным 0.5 (критерий согласия хи-квадрат Фишера подтверждает гипотезу на уровне значимости 5% для 2009 г.).

<sup>1</sup> Здесь под  $p_i$  подразумевается абсолютную величину ожидаемой инфляции, а не её логарифм.

<sup>2</sup> «В расчетах частных индексов используется процентный баланс (процентное сальдо), т.е. разница между процентом положительных ответов и процентом отрицательных ответов, вычисленных после взвешивания ответов респондентов. Определенно положительным и определенно отрицательным ответам присваивается вес "1", скорее положительным и скорее отрицательным ответам – вес "1/2", нейтральным – вес "0"» (Постановление государственного комитета РФ по статистике № 62).

Таким образом, для нахождения ожидаемой инфляции осталось оценить для каждого периода второй параметр гамма-распределения с помощью индекса  $I$  и рассчитать показатель (9).



год	2000				2001				2002				2003			
квартал	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
инфляционные ожидания	11.75	11	12	12.45	12.95	12.45	11.5	12.45	13.2	12	12	12.45	13.45	12	12	12.7

2004				2005				2006				2007			
I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
12.2	12	12.45	14.2	13.95	12.95	12.45	12.45	14.45	12.7	12.7	12.7	12.7	11.75	13.45	15

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ИНФЛЯЦИИ И ВЫПУСКА

Для моделирования использованы квартальные данные по российской экономике за 2000 – 2007 гг. Результаты остационаривания:

временной ряд	степень интеграции на 1%-уровне значимости	остационаривание
реальный ВВП	$I(0)$	для получения отклонений реального ВВП от потенциального значения использовался фильтр Ходрика-Прескотта
уровень цен	$I(0)$	детрендирование и удаление сезонности (фиктивные переменные первого и второго кварталов)
M2	$I(0)$	детрендирование и удаление сезонности (фиктивная переменная четвёртого квартала)

### Эконометрическое оценивание кривой Филлипса

Непосредственное оценивание кривой Филлипса (уравнения (2), (4), (6)) даёт следующие результаты:

<i>модель</i>	<i>коэффициент при переменной выпуска</i>	<i>t-статистика</i>	<i>значимость коэффициента</i>
модель адаптивных ожиданий	0.201222	1.001832	0.3253
модель жёстких цен	0.337245	1.104797	0.2802
модель жёсткой информации	-0.246364	-1.102608	0.2796

Связь между выпуском и инфляцией незначима во всех моделях. Существенный недостаток данного способа верификации моделей – неявная предпосылка о детерминированном характере выпуска.

### Метод калибровки

Рассмотрим сначала ситуацию, когда  $m_t$  трактуется как объём денежной массы. Выбор коэффициентов осуществлялся с целью минимизации суммы квадратов отклонений от реальных значений уровня цен итеративным путём (оцениваются регрессии (3), (5), (7))<sup>3</sup>:

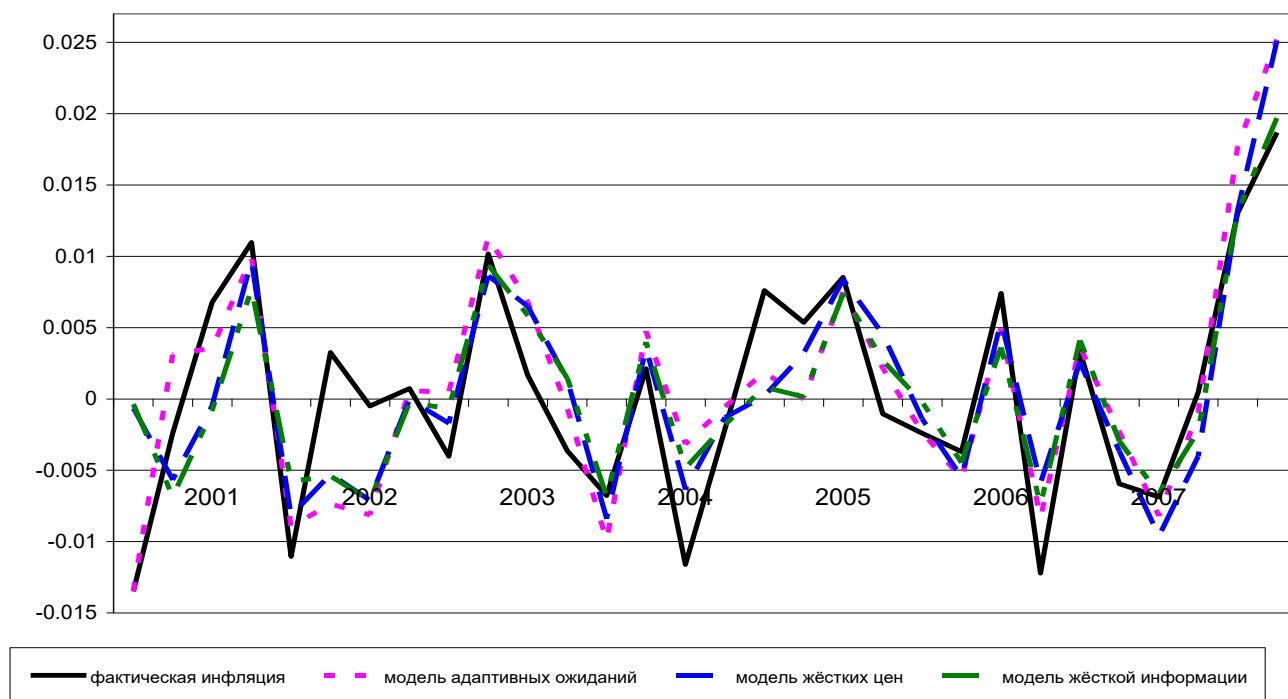
<i>модель</i>	<i>коэффициенты корреляции реальных и смоделированных показателей</i>		
	<i>цены</i>	<i>выпуск</i>	<i>инфляция</i>
модель адаптивных ожиданий	0.326	0.550	0.358
модель жёстких цен	-0.055	0.731	0.040
модель жёсткой информации	0.000	0.602	0.000

Полученные результаты говорят о том, что модели практически не объясняют наблюдаемую инфляцию и входят в явное противоречие с динамикой цен. Подойдём теперь к проблеме с другой стороны: будем трактовать  $m_t$  широко, то есть как совокупный спрос. Значения  $m_t$  рассчитаны как сумму фактических  $p_t$  и  $y_t$ , то есть как номинальный ВВП:

<i>модель</i>	<i>коэффициенты корреляции реальных и смоделированных показателей</i>		
	<i>цены</i>	<i>выпуск</i>	<i>инфляция</i>
модель адаптивных ожиданий	0.738	0.439	0.861
модель жёстких цен	0.721	0.491	0.810
модель жёсткой информации	0.662	0.427	0.796

<sup>3</sup> Хотя как и в случае эконометрического оценивания параметров здесь минимизируется сумма квадратов остатков, принципиальное отличие состоит в том, что при оценивании регрессий (15), (16), (17) эконометрическими методами используются только наблюдаемые значения переменных, а при использовании метода калибровки в качестве запаздывающих эндогенных переменных берутся оценённые их значения, то есть значения полученные при моделировании.

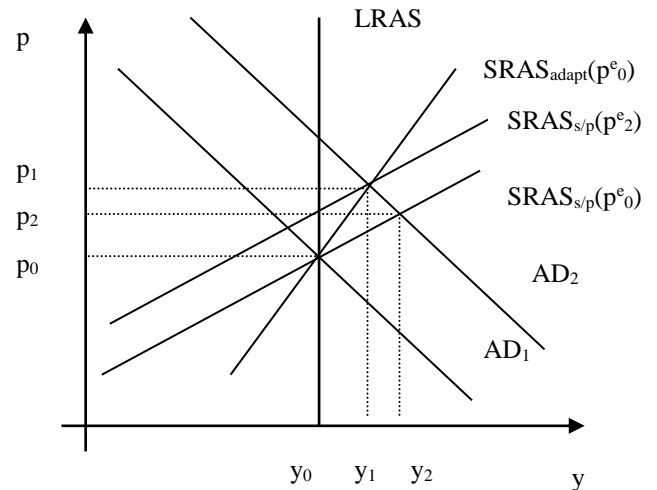
Коэффициенты, при которых достигается минимальное значение суммы квадратов отклонений, кажутся вполне правдоподобными:  $b = 7.2$ ,  $g = 2.5$ ,  $l = 0.85$ ,  $a = 0.47$ . В частности, согласно модели жёсткой информации, в России в данный период фирмы обновляли цены в среднем 3.4 раза в год.



## ВЫВОДЫ

- По всей видимости, модели краткосрочной кривой Филлипа соответствуют эмпирическим данным и могут быть полезны при соблюдении следующих ограничений:
  - экзогенную переменную  $t_t$  надо трактовать как совокупный спрос, зависимость которого от БНП и КДП лежит за пределами данных моделей;
  - необходимо дополнительно оценивать шоки предложения.
- Определённые преимущества в ходе верификации продемонстрировала модель адаптивных ожиданий:
  - респонденты формируют ожидания адаптивно;
  - население не доверяет заявлениям представителей ЦБ и Минфина;
  - высокий коэффициент корреляции между наблюдаемой инфляцией и смоделированной.
- Любопытно, что кривая Филлипа получилась согласно модели адаптивных ожиданий более крутой в координатах  $(y, p)$ , чем в других моделях. Это как будто означает, что наименьшее изменение реального выпуска в ответ на увеличение совокупного спроса произойдёт в рамках адаптивной модели. На самом деле суть, по-видимому, в том, что

меньшая восприимчивость более «рациональных» моделей (жёстких цен и информации) обеспечивается не наклоном кривой Филлипа, а её своевременными сдвигами. Таким образом, агенты в модели адаптивных ожиданий часто ошибаются, но потому привычны к ошибкам и несклонны менять реальные показатели, а агенты моделей жёстких цен/информации ошибаются редко, но плохо осознают свои ошибки и меняют объём выпуска.



### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barro R.J (1972): A Theory of Monopolistic Price Adjustment // Rev. of Econ. Studies № 39.
2. Blanchard O.J., Kiyotaki N. (1985): Monopolistic Competition, Aggregate Externalities and real Effects of Nominal Money. NBER Working Paper № 1770.
3. Fabiani S., Druant M., Hernando I., Kwopil C., Landau B., Loupias C., Martins F., Matha T., Sabbatini R., Stahl H., Stokman A. (2006): What Firms' Surveys Tell Us about Price-Setting Behavior in the Euro Area // International J. of Central Banking, vol. 2(3).
4. Fischer S. (1977): Long-term Contracts, Rational Expectations, and the Optimal Money Supply Rule // J. of Political Econ. № 85.
5. Friedman M. (1953): The Methodology of Positive Economics // Essay in Positive Economics. Chicago: The University of Chicago Press.
6. Friedman M. (1968): The Role of Monetary Policy // American. Econ. Rev. № 58.
7. Mankiw N.G. (1985): Small Menu Costs and Large Business Cycles: A Macroeconomic Model // Quarterly J. of Econ. № 100.
8. Mankiw N.G. (2001): The Inexorable and Mysterious Tradeoff between Inflation and Unemployment // Econ. J. № 111.
9. Mankiw N.G., Reis R. (2001): Sticky Information: A Model of Monetary Nonneutrality and Structural Slumps. NBER Working Paper № 1941.
10. Mankiw N.G., Reis R. (2002): Sticky Information Versus Sticky Prices: A Proposal to Replace the New Keynesian Phillips Curve // Quarterly J. of Econ. № 117.
11. Phelps E.S. (1968): Money Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium // J. of Political Econ. № 76.
12. Phillips A. (1958): The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rate in the United Kingdom, 1862 – 1957 // Economica, № 100.
13. Sargent T., Wallace N. (1975): Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule // J. of Political Econ. № 83.
14. Дробышевский С.М., Козловская А.М. (2003): Анализ инфляционных процессов в российской экономике. Экономика переходного периода: Сборник избранных работ. 1999 – 2002. Москва: Дело.
15. Кудрин А.Л. (2007): Инфляция: российские и мировые тенденции // Вопросы экономики. № 10.
16. Полтерович В.М. (2006): Снижение инфляции не должно быть главной целью экономической политики правительства России // Экономическая наука современной России. Т. 2. № 33.
17. Шагас Н.Л., Туманова Е.А. (2001): Макроэкономическая теория и проблемы современной России, Москва: ТЕИС.