

## МОДЕЛЬ ИНФЛЯЦИИ С ОЖИДАНИЯМИ

Кузьмин А.Ю.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
Москва, Россия  
AYUKuzmin@fa.ru

*Аннотация.* Разрабатывается модель инфляции с ожиданиями микроагентов и исследуются процессы зарождения и развития инфляции. В результате получена новая формула связи инфляции, темпов прироста денежной массы и экономического роста. В этом контексте изучаются роль и функции ожиданий агентов на микроуровне.

*Ключевые слова:* модель, инфляция, таргетирование, валютный курс.

### Введение

Процессы зарождения и разворачивания инфляции носят многосторонний характер. Несомненно, в отечественном варианте данные процессы усложняются еще и часто популистскими, а в некоторых случаях и прямо безграмотными действиями по техническому подавлению инфляции, связанными с этим регулированием валютного курса и до недавнего времени значительной монетарной экспансией.

Проблематика инфляционного давления неоднократно поднималась в посланиях Президента В.В. Путина Федеральному Собранию Российской Федерации, в неоднократных выступлениях министров финансов и глав Банка России.

Доминирующее влияние проводимой монетарной политики (в первую очередь экспансионистской) и формируемые на микроуровне ожидания агентов представляются основными факторами. От них напрямую зависит не только начало и разворачивание инфляционной спирали, но и возможные меры фискальных и монетарных властей по стабилизации и ее последующему сворачиванию.

Необходимо учитывать, что показано далее, что инфляция имеет фундаментально не только монетарную природу, и основной упор делается на исследование этой системной динамики взаимодействия.

### 1. Моделирование инфляции: монетарный подход

Простой монетарный количественный подход (М. Сидрауски [6], Дж. Стейн [7], Дж. Тобин [8] и др.) сформировал важный взгляд на системное взаимодействие вышеуказанных экономических параметров.

В условиях неизменяемых ожиданий в дифференциальной форме:

$$M = I + n. \quad (1)$$

Подробнее вывод данного результата можно посмотреть в [9].

Определение инфляции  $I$  дается через агрегатный ценовой макроэкономический показатель  $P$  (дефлятор ВВП, например):

$$I = \frac{dP}{dt} \times \frac{1}{P} = (\ln P)'. \quad (2)$$

$M$  - показатель темпа роста предложения номинальной денежной массы  $M^s$ . Он является формируемой в результате проведения денежно-кредитной политики экзогенной величиной:

$$M = \frac{dM^s}{dt} \times \frac{1}{M^s}. \quad (3)$$

$$(\ln N)'_t = n - \text{темп прироста трудонаселения.} \quad (4)$$

Из (1) следует вывод, что распределение роста денежной массы приходится на инфляцию и рост народонаселения.

Различными авторами (Дж. Стейн [7], например) предлагается рассчитывать из (1) ожидаемую инфляцию как ожидаемую функцию роста денежной массы и народонаселения:

$$I^e = M^e - n^e . \quad (5)$$

## 2. Дискретная двухпериодная модель инфляции с ожиданиями

Здесь сделаем замечание, приводящее к коррекции базовой формулы (1).

В дифференциальной форме уравнение определения инфляции (2) плодотворно используется при исследовании динамических аспектов инфляционных процессов.

Однако оно не отражает ряда статических аспектов, в первую очередь связанных с измерением динамики цен в промежутке времени. Это касается именно таких аналогов, как ИПЦ (Consumer Price Index-CPI) и ИЦП (Producer Price Index-PPI), которые измеряются органами государственной статистики и контроля для целей прогнозирования и анализа развития любой национальной экономики.

Указанные величины регулярно предоставляются властям и широкой общественности в масштабе временного изменения.

Отметим, что в уравнениях (1) -(5) рассматривается краткосрочный аспект, это связано с коротким временем измерения денежного предложения и инфляции ( $dt$ ).

Тогда (1) следует переписать:

$$M = I + n + o(t) .$$

Таким образом, в средне- и долгосрочном варианте остаток  $o(t)$  может дать ощутимую коррекцию.

В краткосрочном плане, кроме того, необязательно выполняется условие сбалансированности финансово-денежного рынка.

Это происходит по многим причинам. Важнейшие из них заключаются в возможном взрывном изменении денежного обращения и неожиданном вливании денежной массы в экономику - спрос не успевает приспособиться к предложению.

Возможно также резкое изменение инфляционных ожиданий микроагентов, что может быть вызвано неожиданно вышедшими сведениями политического и общеэкономического плана - предложение не соответствует спросу.

Во многих случаях отставания-опережения предложения и спроса на денежном рынке можно "винить" взрывные неожиданные изменения соответственно денежного обращения и также параллельно инфляционных ожиданий.

Далее в целях данного исследования скорректируем и рассмотрим следующую систему уравнений.

В данной системе индексы 1 и 2 соответствуют начальным и конечным величинам динамической двухпериодной модели:

$$I = \frac{P_2 - P_1}{P_1 \Delta T} \quad (6)$$

$$M = \frac{M_2 - M_1}{M_1 \Delta T} \quad (7)$$

$$\frac{M_1}{P_1} = Y_1 f(I_1^e) \quad (M_1 = P_1 Y_1 f(I_1^e)) \quad (8)$$

$$\frac{M_2}{P_2} = Y_2 f(I_2^e) \quad (M_2 = P_2 Y_2 f(I_2^e)), \quad (9)$$

где  $P$  - агрегатный макроэкономический уровень цен,

$I$  - показатель инфляции,

$M$  - показатель прироста денежной массы,

$Y$  - совокупный продукт,

$\Delta T$  - единичный временной промежуток.

Индекс  $e$  в  $I$  показывает, что измеряется ожидаемая величина.

В системе уравнений (6)-(9) отметим, что (8)-(9), являются разновидностями известного уравнения Фишера

$$M = kPY,$$

скорректированного на ожидаемую инфляцию.

Здесь в уравнении

$$M^d = M^s = kPYf^*(I^e) = PYf(I^e)$$

отражается уменьшение спроса агентов на микроуровне на деньги при увеличении ими ожидаемой инфляции.

Функция является в макроэкономическом смысле монотонно убывающей агрегатной функцией инфляционных ожиданий микроагентов.

Особенности функции  $f$  конкретизируются далее.

Кроме того, использование в качестве величины номинального предложения денег  $M^s$  денежного агрегата M2 делает уравнения (8), (9) корректными именно в форме с  $k$  - постоянным коэффициентом

При этом использование достаточно длительного промежутка времени  $\Delta T$  позволяет обойти ограничения на равенство спроса и предложения на денежном рынке (что может и не быть в краткосрочном варианте).

Вычтем из уравнения (7) уравнение (6) и подставим в показатели  $M_1, M_2$  выражения из формул (8) и (9).

Без ущерба для общности положим:

$$\begin{aligned} M - I &= \frac{Y_2 P_2 f(I_2^e) - Y_1 P_1 f(I_1^e)}{Y_1 P_1 f(I_1^e)} - \frac{Y_1 f(I_1^e)}{Y_1 f(I_1^e)} \times \frac{P_2 - P_1}{P_1} = \\ &= \frac{Y_2 P_2 f(I_2^e) - Y_1 P_1 f(I_1^e) - Y_1 P_2 f(I_1^e) + Y_1 P_1 f(I_1^e)}{Y_1 P_1 f(I_1^e)} = \\ &= \frac{Y_2 f(I_2^e) - Y_1 f(I_1^e)}{Y_1 f(I_1^e)} \times \frac{P_2}{P_1} = \\ &= \frac{Y_2 f(I_2^e) / f(I_1^e) - Y_1}{Y_1} \times (1 + I) = M - I. \end{aligned} \quad (10)$$

Так как

$$\begin{aligned} I &= \frac{P_2 - P_1}{P_1} = \frac{P_2}{P_1} - 1 \Rightarrow \\ \frac{P_2}{P_1} &= 1 + I. \end{aligned}$$

Заметим, что в условиях постоянства ожидаемой инфляции:

$$f(I_1^e) = f(I_2^e).$$

Тогда получим:

$$\begin{aligned} M - I &= \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \times (1 + I) = y(1 + I) \Rightarrow \\ M &= y(1 + I) + I. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь  $y = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1}$  - темп экономического прироста.

Таким образом, важно, что получен корректирующий член  $(1+I)$ , о котором при моделировании говорилось выше.

Выделим показатель инфляции

$$I = \frac{M - y}{1 + y} . \quad (12)$$

При данных показателях величина инфляции  $I$ , полученная в (12), может существенно отличаться от (1).

Моделирование позволило сделать важный вывод: при прочих равных (то есть при постоянстве  $M$ ) страны с высоким уровнем роста менее подвержены инфляции, чем страны с более низким уровнем роста экономики.

При этом этот эффект однонаправленно усилен новым членом  $1/(1+y)$ . Причем данный эффект мультиплицирован. Таким образом, высокие темпы роста экономики «абсорбируют» монетарную экспансию.

Использование зависимости (12) при прогнозировании значения инфляции  $I^e$  через ожидаемые прогнозные значения экономических показателей  $M^e, y^e$  в виде

$$I^e = \frac{M^e - y^e}{1 + y^e} \quad (13)$$

возможно, позволит повысить точность получаемых результатов.

В этом контексте показатели  $M^e, y^e$  на предстоящий период задаются монетарными властями как перспективные результаты процесса таргетирования.

### 3. Ожидания в модели инфляции

Пусть в двухпериодной модели при равновесных величинах инфляции и ожиданий  $I = I_1^e$  в период 2 под воздействием неблагоприятной информации происходит изменение (увеличение) ожидаемых темпов инфляции, т.е.  $I_2^e \geq I_1^e$ .

Можно заметить, из (10) и условия фактического невозрастания введенной функции  $f()$  следует:

$$\begin{aligned} I_2^e \geq I_1^e &\Rightarrow f(I_2^e) \leq f(I_1^e) \Rightarrow \\ y^* &:= \frac{Y_2 f(I_2^e) / f(I_1^e) - Y_1}{Y_1} \leq \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} = y \Rightarrow \\ &\Rightarrow I^* = \frac{M - y^*}{1 + y^*} \geq \frac{M - y}{1 + y} = I \end{aligned}$$

То есть при прочих равных (тот же прирост денежной массы  $M$ ) реальная инфляция  $I^*$  за промежуток 1-2 будет больше, чем равновесная величина  $I$  на начало промежутка в период 1 - эффект бегства от денег.

Но это демонстрирует давно известный и важный факт: если все ожидают, что цены вырастут, то они действительно вырастут.

### 4. Заключение

Из проведенного моделирования видно, что одни только изменения инфляционных ожиданий в будущем периоде вызвали реальную инфляцию в текущем периоде. Причем далее процесс, вышедший из равновесного состояния, может развиваться лавинообразно: увеличившиеся ожидания вызвали действительную инфляцию, которая вызовет увеличение новых ожиданий и т.д.

Это показывает не только возросшую роль информации в сегодняшней жизни, но и что правительственные органы должны повсеместно увеличивать степень доверия к проводимым ими политическим и экономическим мероприятиям.

Стоит заметить, что роль усилившихся инфляционных ожиданий может выпасть на долю (как это уже отмечалось ранее тесно связанных с ними) усилившихся ожиданий по девальвации национальной валюты.

Это еще раз подчеркивает единство факторов-драйверов процессов на валютном и денежном рынках (см. также [3, 9, 10, 11]).

Аналогично можно сделать вывод, что в условиях стабильной инфляции, значительно превышающей рост экономики  $u$ , и сохраняющегося роста предложения денег  $M$  пакет мер, которым действительно доверяет население, может вызвать уменьшение ожиданий и, соответственно, сворачивание инфляционной спирали:  $I_2^e \leq I_1^e \Rightarrow I^* \geq I$  – равновесная.

Таким образом путем изменения одних только ожиданий возможно изменение реальной величины инфляции, причем эффект достаточно силен из-за противонаправленных изменений числителя и знаменателя в (12).

Проведение грамотной политики стабилизации, укрепление доверия к национальной валюте и улучшение политической ситуации в стране приведёт к снижению ожидаемой величины инфляции и, соответственно, к снижению реальной величины инфляции. И наоборот, при ухудшении политической обстановки, расстройстве денежной системы в стране инфляция имеет однозначную тенденцию к самовозрастанию.

В заключение отметим, что проведенное моделирование представляет определенный интерес в контексте проводимой Банком России политики таргетирования инфляции в целях макроэкономического анализа, прогнозирования и информирования широкой общественности.

## Литература

1. *Картаев Ф.С.* Моделирование влияния инфляции на экономический рост в странах-нефтеэкспортерах // Вестник Института экономики Российской академии наук. — 2016а. — № 1. — С. 169-180.
2. *Клачкова О.А.* Моделирование влияния инфляции на экономический рост для различных по уровню экономической свободы стран // Экономическая политика. 2017. — Т. 12. — № 5. — С. 22-41.
3. *Полтерович В.М., Попов В.В.* Валютный курс, инфляция и промышленная политика // Журнал Новой экономической ассоциации. 2016. № 1. — С. 107-129.
4. *Turnovsky S.* Methods of Macroeconomic Dynamics. — The MIT Press, 1995.
5. *Wilson B. K.* The links between inflation, inflation uncertainty and output growth: New time series evidence from Japan // Journal of Macroeconomics. 2006. Vol. 28. № 3. — P. 609-620.
6. *Sidrauski M.* Rational choice and patterns of growth in a monetary economy // The American Economic Review. — 1967. — Vol. 57(2). — P. 534-544.
7. *Stein J.L.* Monetary Growth in Perspective, American Economic Review, Vol. 60, March 1960. — P. 85-106.
8. *Tobin J.* Money and economic growth // Econometrica. 1965. Vol. 33(4). — P. 671-684.
9. *Кузьмин А.Ю.* Моделирование инфляции // В сборнике: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021). Труды Четырнадцатой международной конференции. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. Москва, 2021. — С. 759-764.
10. *Kuzmin A.* Mathematical Exchange Rates Modeling: Equilibrium and Nonequilibrium Dynamics // Mathematics. 2022. 10(24):4672. <https://doi.org/10.3390/math10244672>.
11. *Kuzmin A.* Modeling of Short-Term Exchange Rates Dynamics // Twelfth International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD 2019), Publisher: IEEE, 2019, DOI: 10.1109/MLSD.2019.8911067.