

Моделирование влияния жесткости заработной платы на поведение экономических агентов с гетерогенными ожиданиями

Л. А. Серков  

*Институт экономики Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург, Россия*

 serkov.la@uiec.ru

Аннотация. Целью работы является анализ изменений и особенности поведения экономических агентов при инкорпорировании жесткости заработной платы в новую кейнсианскую модель по сравнению с моделью с гибкой заработной платой и жесткими ценами при когнитивных ограничениях агентов. Актуальность работы заключается в том, что исследуемая модель способна описать типичные черты движения реального делового цикла. Рабочей гипотезой является предположение, что прогнозирование разрыва выпуска, инфляции цен и заработных плат происходит с помощью фундаменталистского и экстраполяционного правил. Первое правило базируется на прогнозе исследуемых переменных на основе их стационарных значений. Второе правило основано на экстраполяции последних доступных данных исследуемых переменных. Весовые доли агентов, применяющих эти эвристические правила, изменяются эндогенно, что является источником эндогенных волн оптимизма и пессимизма, и научной новизной анализа моделей с несовершенным рынком труда. Анализ импульсных откликов шока процентной ставки и технологического шока позволяет сделать вывод, что более гибкая экономика (экономика при гибких заработных платах и жестких ценах) менее склонна к скачкообразному характеру экономического цикла, вызванного волнами оптимизма и пессимизма, чем более жесткая экономика. Данные шоки вызывают волновые эффекты в экономике, то есть жесткая экономика будет более подвержена бумагам и спадам, вызванным чередованием оптимизма и пессимизма, чем гибкая экономика. Сделан вывод о том, что ответственным за различие степени оптимизма и пессимизма в базовой модели, а также в модели с жесткими заработными платами и ценами, является полное доверие агентов Центральному банку в таргетировании инфляции заработной платы при отсутствии стабилизации этой инфляции со стороны банка. Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты могут оказать полезность при стабилизации рассмотренных переменных при монетарной политике Центрального банка.

Ключевые слова: жесткость заработной платы; когнитивные ограничения агентов; эндогенные волны оптимизма и пессимизма; степень жизненных сил; импульсные отклики.

1. Введение

За последние несколько десятилетий макроэкономические теории в основном опирались на динамические стохастические модели общего равновесия (DSGE) с рациональными ожиданиями.

Эти модели предполагают, что репрезентативный агент может обладать ожиданиями, которые составляют основу математической структуры модели, как показали Kydland & Prescott [1] и Smets, Wouters [2].

Muth [3] был первым, кто предложил концепцию рациональных ожиданий агента в ценообразовании. Особенности использования таких моделей заключаются в следующем.

Во-первых, они имеют микроэкономические обоснования, то есть предполагается, что потребители максимизируют ожидаемую дисконтированную сумму значений функции полезности, а производители — свою прибыль в динамике. Это подразумевает, что макроэкономические уравнения должны быть получены из этого оптимизирующего поведения потребителей и производителей.

Во-вторых, согласно Sargent [4] и Woodford [5], предполагается, что потребители и производители обладают рациональными ожиданиями, то есть они делают прогнозы на основе всей доступной информации, включая информацию, заложенную в модели. Это предположение также означает, что агенты знают истинное статистическое распределение всех шоков, поражающих экономику. Затем они используют эту информацию в своей процедуре оптимизации. Поскольку потребители и все производители используют одну и ту же информацию, мы можем взять только одного представителя потребителя и производителя для моделирования всей экономики. Нет никакой неоднородности в поведении потребителей и производителей.

В-третьих, и это новая кейнсианская черта, предполагается, что цены не устанавливаются мгновенно. Эта особенность контрастирует с новой классической моделью (иногда также называемой моделью «реального бизнес-цикла»), которая предполагает идеальную гибкость цен.

Однако глобальный финансовый кризис показал, что агенты не до конца осознают всю сложность мира, в котором они живут. Наоборот, их когнитивные возможности кажутся весьма ограниченными. Многочисленные данные и доказательства свидетельствуют

о важности включения гетерогенных ожиданий в модели общего равновесия.

Adam & Marcet [6] показали, что равновесие рациональных ожиданий может быть недостижимо при ограниченной степени несовершенства общего знания. Работы Hommes [7], Deak et al. [8], Massaro [9] были посвящены анализу экономики, состоящей из ограниченно рациональных, разнообразных агентов, которые обладают лишь ограниченным пониманием сложного окружения и полагаются на простые эвристики принятия решений. Основное внимание они уделяли определению обстоятельств, при которых сложная макросистема взаимозависимых агентов может либо прийти к рациональному равновесному результату, либо не достичь его.

Madeira et al. [10] создали и оценили поведенческую модель динамики инфляции, включающую различные фирмы. Их результаты подтвердили существование поведенческой неоднородности и подчеркнули решающую роль механизма эволюционного обучения.

Следует отметить, что стилизованная DSGE модель с рациональными ожиданиями не может уловить типичные черты движения реального делового цикла, то есть корреляцию между последующими наблюдениями за разрывом выпуска (автокорреляцию) и возникновением больших подъемов и спадов (толстые хвосты распределений переменных) без инкорпорирования не совсем обоснованных предположений. Следовательно, необходимо разработать макроэкономические модели, не навязывающие неправдоподобные когнитивные способности отдельных агентов.

Подавляющее большинство исследований посвящено анализу поведенческих моделей с жесткими ценами и гибкими заработными платами. Поэтому представляет интерес исследование влияния жесткости заработной платы (наряду с жесткостью цен) на поведение агентов с нерациональными ожиданиями. При

этом формирование ожиданий в этих моделях будет рассматриваться как интерактивный процесс между агентами-фундаменталистами, прогнозирующими разрыв выпуска и инфляцию цен и заработных плат на основе своих стационарных значений и агентами, использующими правило прогнозирования, основанное на экстраполяции последних доступных данных об инфляции и разрыве выпуска.

Целью работы является анализ изменений и особенности поведения экономических агентов при инкорпорировании несовершенства рынка труда (жесткости заработной платы) в новую кейнсианскую модель по сравнению с моделью с гибкой заработной платой и жесткими ценами при когнитивных ограничениях агентов.

Рабочей гипотезой является предположение, что прогнозирование разрыва выпуска, инфляции цен и заработных плат происходит с помощью эвристических правил (фундаменталистского и экстраполяционного).

Структура статьи. Статья начинается введением в решаемую проблему. Во втором разделе статьи приведен обзор литературы по исследуемой тематике. В третьем разделе статьи приводится описание исследуемой модели и формирование ожиданий экономических агентов. Результаты исследования и их обсуждение приведены в четвертом разделе статьи. Обзор полученных результатов приведен в заключении.

2. Обзор литературы

Следует отметить, что эмпирические доказательства неоднородности агентов и ограниченные когнитивные способности их были обеспечены с использованием как лабораторных данных, так и данных опросов.

Frenkel & Froot [11, 12] провели опрос участников валютного рынка и выявили широкий спектр мнений среди респондентов относительно обменного курса.

Duffy [13] утверждает, что модель, основанная на ограниченной рациональности, является хорошим представлением динамики ожиданий, когда речь идет о мнениях домохозяйств.

Для проверки теории ожиданий и обучения Branch [14], Pfajfar & Santoro [15] и Bao et al. [16] провели эксперименты по обучению предсказаниям с участием людей. В этих экспериментах участники должны были неоднократно предсказывать рыночную цену, что привело к накоплению индивидуальных ожиданий. Результаты лабораторных исследований убедительно подтвердили наличие неоднородных ожиданий.

Только в последнее время исследователи начали интегрировать элементы поведенческой экономики в динамические макроэкономические модели, примером чего является работа Dawid [17].

Кроме того, в некоторых публикациях подчеркивается, что линейность, подразумеваемая стандартными моделями DSGE с рациональными ожиданиями, делает их не полностью подходящими для анализа монетарной и фискальной политики. Использование макроэкономических моделей, учитывающих когнитивные ограничения агентов, может улучшить понимание поведения экономических агентов в реальном мире.

De Grauwe [18–20] рассматривает динамические макроэкономические модели, предполагая, что агенты обладают ограниченной рациональностью и формируют свои ожидания, используя простую эвристику. В этих исследованиях рассматриваются два типа агентов: первая группа, называемая фундаменталистскими агентами, прогнозирует разрыв выпуска и инфляцию на основе их равновесных (стационарных) значений. Второй тип, известный как агенты-экстраполяторы, использует простое правило прогнозирования, основанное на экстраполяции самых последних доступных данных по инфляции и разрыву выпуска.

De Grauwe [18–20] вводит эти разнообразные ожидания в обычную новую кейнсианскую модель, включающую три уравнения с негибкими ценами, демонстрируя, как такая структура может порождать внутренние волны позитивных и негативных убеждений агентов (т. е. «животный дух»), которые тесно связаны с деловым циклом. Кроме того, агенты в рассмотренных моделях склонны к обучению, постоянно оценивая эффективность своих прогнозов. Такая готовность к обучению и модификации своего поведения представляет собой важнейший аспект рационального поведения.

Таким образом, анализируемые агенты в изучаемых моделях рациональны, но не в том смысле, что у них есть рациональные ожидания. Вместо этого агенты рациональны в том смысле, что они учатся на своих ошибках. Для характеристики такого поведения часто используется понятие «ограниченная рациональность», которое будет использоваться в дальнейшем изложении.

Кроме того, агенты могут использовать более простые правила (эвристики) для прогнозирования будущего объема производства и инфляции. Предполагается, что поскольку агенты не полностью понимают, как определяется разрыв выпуска и инфляция, их прогнозы необъективны. При этом считается, что одни агенты настроены оптимистично и систематически увеличивают разрыв выпуска и инфляцию, другие настроены пессимистично и систематически занижают эти переменные.

Во всех публикациях, в том числе и перечисленных выше, анализирующих когнитивные ограничения агентов, рынок труда моделируется как рынок совершенной конкуренции с гибкой заработной платой. В этих публикациях несовершенства рынка труда и их последствия, в частности для денежно-кредитной политики не рассматриваются.

В моделях с жесткими зарплатами и ценами полная стабилизация ценовой

инфляции больше не считается оптимальной, как указывают Galí [21] и Erceg et al. [22]. Вместо этого Центральный банк должен заботиться о стабильности цен и заработной платы, поскольку колебания инфляции цен и заработной платы, а также разрыва выпуска являются источником неэффективного распределения ресурсов, что приводит к потерям благосостояния домохозяйств.

Распределение неоднородности агентов меняется во времени, что подтверждается многими эмпирическими данными.

Например, в работе Mankiw et al. [23] многочисленные анализы инфляционных ожиданий демонстрируют широкий, колеблющийся во времени диапазон мнений.

Branch [14] и Branch & McGough [24] подтверждают флуктуационное распределение во времени агентов с дискретными (экзогенными) предикторами.

Предлагаемая модель является продолжением вышеупомянутых публикаций, в которой доля агентов-фундаменталистов по отношению к агентам-экстраполяторам является эндогенной, что напоминает подход Brock & Hommes [25].

Автор расширяет работу De Grauwe [18–20], рассматривая эндогенный отбор предикторов в новой кейнсианской модели, включающей несовершенный рынок труда.

Очевидно, что представленный в статье подход не является единственным возможным. Фактически появилось большое количество литературы, пытающейся ввести несовершенную информацию в макроэкономические модели. Статистический подход к обучению агентов, первоначально предложенный Sargent [26] и Evans & Honkapohja [27], широко используется в этом отношении. Некоторые важные результаты, основанные на этом подходе, были представлены Slobodyan et al. [28], Lux et al. [29] и Milani [30].

Slobodyan et al. [28] обнаружили, что нерациональные убеждения агентов, основанные на малых моделях прогнозирования, более тесно связаны с данными опроса об инфляционных ожиданиях, чем убеждения, основанные на рациональных ожиданиях.

Milani [30] показал, что частные агенты часто переключаются на обучение с постоянным усилением во время большей части 1970-х и до начала 1980-х гг., а позже снижают обучающее усилие. В результате модель может генерировать волатильность, которая увеличивается в 1970-х гг. и затем падает в период, который может примерно соответствовать величине так называемого «Великого замедления» в 1984–2007 гг.

Однако автор считает, что этот подход по-прежнему нагружает отдельных агентов слишком большим количеством когнитивных навыков, которыми они, вероятно, не обладают в реальном мире.

Таким образом, на основании приведенного обзора литературы можно сделать вывод об отличии поведения агентов в модели с жесткими ценами и заработными платами от модели, где проявляется только номинальная жесткость цен.

3. Модель и данные

Исследуемая модель является новой кейнсианской моделью, являющейся разновидностью динамической стохастической модели общего равновесия, в которой номинальные заработные платы и цены являются жесткими.

3.1. Описание модели

Подробное описание такой модели представлено Galí [21]. Основные предпосылки модели заключаются в следующем.

Фирмы производят дифференцируемые продукты в соответствии с линейной производственной функцией $Y_i(i) = A_i N_i(i)^{1-\alpha}$, где A_i – совокупная факторная производительность ($a_i \equiv \log A_i$),

$(1-\alpha)$ – эластичность выпуска по труду, $Y_i(i)$ – объем выпуска i -го продукта и блага ($i \in [0, 1]$), $N_i(i)$ – объем труда, затраченного i -й фирмой при производстве данного продукта, определяемый как:

$$N_i(i) = \left[\int_0^1 N_i(i, j)^{1-\varepsilon_w} dj \right]^{\frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_w-1}},$$

где $N_i(i, j)$ – количество трудовых ресурсов j ($j \in [0, 1]$) используемых i -й фирмой. Параметр ε_w является эластичностью замещения между различными разновидностями труда.

Ценообразование со сторон фирм осуществляется в соответствии с подходом Calvo [31] и Eichenbaum et al. [32]. Часть фирм θ_p в отличие от других фирм $(1-\theta_p)$, не изменяет цены, а индексирует их в каждом периоде. Таким образом, цена, которую она выбирает сегодня, будет влиять на прибыль, которую она получает как сегодня, так и в будущем. Фирма, корректирующая свою цену в период t , решает задачу оптимизации прибыли при ограничении спроса на продукцию:

$$Y_{t+k,t} = \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}} \right)^{-\varepsilon_p} C_{t+k},$$

для $k = 0, 1, 2, \dots$, где $Y_{t+k,t}$ – объем выпуска продукции в период $t+k$ фирмами, которые корректировали последний раз свою цену в период t ; C_{t+k} – объем потребления в период $t+k$; ε_p – эластичность замещения дифференцированных товаров.

Экономика состоит из множества бесконечно живущих домохозяйств с ограниченной рациональностью и с единичной мерой. Домашнее хозяйство выбирает оптимальную траекторию потребления в соответствии с соотношением $\max \tilde{E}_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [U(C_t(j)) - V(N_t(j))] \right\}$, где мгновенная функция полезности потребления $U(C_t(j)) \equiv C_t^{1-\sigma}(j) / (1-\sigma)$ и функ-

ция затрат времени на труд $V(N_t(j)) \equiv N_t^{1+\phi}(j)/(1+\phi)$. \tilde{E}_0 – оператор ограниченно рациональных ожиданий экономических агентов (в данном случае домашних хозяйств). Параметр β – коэффициент дисконтирования ($0 < \beta < 1$), σ – параметр, обратный эластичности межвременного замещения, ϕ – параметр, обратный эластичности предложения труда. $N_t(j)$ – объем труда, предлагаемый j -м домохозяйством и является индексом потребления i -го продукта:

$$C_t(j) = \left(\int_0^1 C_t(i, j)^{1-\frac{1}{\varepsilon_p}} di \right)^{\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_p-1}}$$

Аналогично предположениям об ограничениях, с которыми сталкиваются фирмы при установлении цен, предположим, что за каждый период только часть $1 - \theta_w$ домохозяйств, выбранных случайным образом из населения, повторно оптимизируют свою заявленную номинальную заработную плату. Другая часть θ_w , не изменяющая заработную плату, индексирует ее в каждом периоде.

В итоге система уравнений новой кейнсианской модели с жесткими номинальными заработными платами и ценами в состоянии общего равновесия в логлинеаризованном виде записывается в виде:

$$\pi_t^p = \beta \tilde{E}_t \{ \pi_{t+1}^p \} + \kappa_p \tilde{y}_t + \lambda_p \tilde{w}_t + u_t, \quad u_t \sim N(0, \sigma_u^2) \tag{1}$$

$$\pi_t^w = \beta \tilde{E}_t \{ \pi_{t+1}^w \} + \kappa_w \tilde{y}_t - \lambda_w \tilde{w}_t + \delta_t, \quad \delta_t \sim N(0, \sigma_\delta^2) \tag{2}$$

$$\tilde{y}_t = -1/\sigma (i_t - \tilde{E}_t \{ \pi_{t+1}^p \} - r_t^n) + \tilde{E}_t \{ \tilde{y}_{t+1} \} + \mu_t, \quad \mu_t \sim N(0, \sigma_\mu^2) \tag{3}$$

$$\tilde{w}_t = \tilde{w}_{t-1} + \pi_t^w - \pi_t^p - \Delta w_t^n \tag{4}$$

$$i_t = \rho i_{t-1} + (1-\rho)(\phi_\pi \pi_t^p + \phi_w \pi_t^w + \phi_y \tilde{y}_t) + \eta_t, \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2), \tag{5}$$

где оператор ожиданий \tilde{E}_t — характеризует ограниченную рациональность агентов.

Следует отметить, что система уравнений (1)– (5) записана в переменных разрыва выпуска $\tilde{y}_t = y_t - y_t^n$ и разрыва реальной заработной платы $\tilde{w}_t = w_t - w_t^n$, где естественный уровень выпуска определяется при гибких ценах и заработных платах. Аналогично определяется естественный уровень заработной платы w_t^n (при отсутствии номинальных жесткостей).

В результате система уравнений включает в себя уравнение (1) для ценовой инфляции π_t^p , уравнение (2) для инфляции заработной платы π_t^w , стандартное уравнение спроса (3) для разрыва выпуска \tilde{y}_t , уравнение (4) для разрыва реальной заработной платы \tilde{w}_t и уравнение (5) для номинальной процентной ставки i_t (правило Тейлора).

При этом естественный уровень выпуска определяется¹

$$y_t^n = \psi_{ya}^n a_t + \vartheta_y^n, \quad \psi_{ya}^n = \frac{1 + \phi}{\sigma(1 - \alpha) + \phi + \alpha}, \tag{6}$$

Естественный уровень заработной платы определяется

$$w_t^n = \log(1 - \alpha) + \psi_{wa}^n a_t - \mu_p, \tag{7}$$

где μ_p – стационарное значение ценовой надбавки.

Кроме того, в уравнении (3) присутствует естественный уровень процентной ставки r_t^n , определяемый как

$$r_t^n = 1/\beta + \sigma \psi_{ya}^n \tilde{E}_t \{ \Delta a_{t+1} \}. \tag{8}$$

Следовательно, в уравнениях (6)– (8) присутствует логарифм совокупной факторной производительности a_t . Следовательно, к системе уравнений

¹ Ссылки на определение параметров в уравнениях (6)–(8) представлены в табл. 1.

(1)–(5) следует добавить авторегрессионное уравнение (9) для технологического фактора

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2). \quad (9)$$

В уравнениях (5) и (9) присутствуют пять экзогенных шоков процентной ставки η_t , ценовой инфляции u_t , инфляции заработной платы δ_t , совокупного спроса μ_t и совокупной факторной производительности ε_t .

В табл. 1 приведены значения параметров системы уравнений (1)–(5), выраженные через модельные коэффициенты.

Таблица 1. Значения параметров системы уравнений (1)–(5).

Table 1. The values of the system parameters are (1)–(5).

Параметры системы уравнений	Значение
κ_p	$\frac{\alpha \lambda_p}{1 - \alpha}$
κ_w	$\lambda_w \left(\sigma + \frac{\varphi}{1 - \alpha} \right)$
λ_p	$\frac{(1 - \theta_p)(1 - \beta \theta_p)}{\theta_p} \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha + \alpha \varepsilon_p}$
λ_w	$\frac{(1 - \theta_w)(1 - \beta \theta_w)}{\theta_w (1 + \varepsilon_w \varphi)}$
ψ_{ya}^n	$\frac{1 + \varphi}{\alpha(1 - \alpha) + \varphi + \alpha}$
ψ_{wa}^n	$\frac{1 - \alpha \psi_{ya}^n}{1 - \alpha}$
ϑ_y^n	$\frac{(1 - \alpha)[\mu_p - \log(1 - \alpha)]}{(1 - \alpha)\sigma + \varphi + \alpha}$

Подставляя выражение для процентной ставки из уравнения (5) в уравнение (3), выражение для разрыва реальной заработной платы из уравнения (4) в уравнения (1) и (2) и выражение для

технологического фактора из уравнения (9) в уравнения (1)–(4), получим в матричной форме записи:

$$\begin{bmatrix} 1 + \lambda_p & -\lambda_p & -\kappa_p \\ -\lambda_w & 1 + \lambda_w & -\kappa_w \\ (1/\sigma)\rho\varphi_\pi & (1/\sigma)\rho\varphi_w & 1 + (1/\sigma)\rho\varphi_y \end{bmatrix} \times \\ \times \begin{bmatrix} \pi_t^p \\ \pi_t^w \\ \tilde{y}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 \\ 1/\sigma & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{E}_t \pi_{t+1}^p \\ \tilde{E}_t \pi_{t+1}^w \\ \tilde{E}_t \tilde{y}_{t+1} \end{bmatrix} + \\ + \begin{bmatrix} \lambda_p \\ -\lambda_w \\ 0 \end{bmatrix} \tilde{w}_{t-1} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -(1/\sigma)(1 - \rho) \end{bmatrix} i_{t-1} + \\ + \begin{bmatrix} -\lambda_p(\rho_a - 1) \\ \lambda_w(\rho_a - 1) \\ \psi_{ya}^n(\rho_a - 1)\rho_a \end{bmatrix} a_{t-1} + \\ + \begin{bmatrix} u_t - \lambda_p \varepsilon_t \\ \lambda_w \varepsilon_t + \delta_t \\ \psi_{ya}^n(\rho_a - 1)\varepsilon_t - (1/\sigma)\eta_t + \mu_t \end{bmatrix}, \quad (9)$$

или

$$AZ_t = B\tilde{E}_t Z_{t+1} + b\tilde{w}_{t-1} + ci_{t-1} + da_{t-1} + v_t. \quad (10)$$

Решение для Z_t определяется как

$$Z_t = A^{-1}(B\tilde{E}_t Z_{t+1} + b\tilde{w}_{t-1} + ci_{t-1} + da_{t-1} + v_t). \quad (11)$$

Из вышесказанного следует, что, исследуемая модель (10) и (11) с жесткими ценами и заработными платами является нелинейной. Для решения ее необходимо описать формирование ограниченно рациональных ожиданий исследуемых переменных.

3.2. Формирование ограниченно рациональных ожиданий разрыва выпуска

При описании формирования эвристических исследуемых переменных

экономическими агентами будем следовать работам De Grauwe [18–20]. Как уже отмечалось во введении, агенты используют простые правила (эвристики) для прогнозирования будущего объема производства.

Предполагается два типа правил прогнозирования.

Первое правило можно назвать фундаменталистским. Агенты оценивают стационарное равновесное значение разрыва выпуска (которое нормализовано на ноль) и используют его для прогнозирования будущего значения этой переменной.

Второе правило прогнозирования является экстраполяционным. Это правило не предполагает, что агенты знают разрыв выпуска в стационарном состоянии. Вместо этого они экстраполируют предыдущий наблюдаемый разрыв выпуска в будущее ненаблюдаемое значение переменной. При этом экстраполяция проводится по модельно сгенерированным данным, соответствующим калиброванным значениям параметров модели, которые будут в дальнейшем приведены в табл. 2.

Приведенные правила специфицируются следующим образом:

Фундаменталистское правило определяется как

$$\tilde{E}_t^f y_{t+1} = 0. \quad (12)$$

Экстраполяционное правило определяется как

$$\tilde{E}_t^e y_{t+1} = y_{t-1}. \quad (13)$$

Этот вид простых эвристик часто используется в литературе по поведенческим финансам, где предполагается, что агенты используют фундаменталистские и чартистские правила, как у Brock & Hommes [25]. Вероятно, это самое простое предположение, которое можно сделать о том, как агенты, испытывающие когнитивные ограничения, используют

правила, воплощающие ограниченные знания, для управления своим поведением. Они требуют от агентов только использования информации, которую они понимают, и не требуют от них понимания всей картины.

Рыночный прогноз разрыва выпуска определяется как средневзвешенное значение этих описанных двух прогнозов, т. е.:

$$\begin{aligned} \tilde{E}_t y_{t+1} &= \alpha_{f,t} \tilde{E}_t^f y_{t+1} + \alpha_{e,t} \tilde{E}_t^e y_{t+1}, \\ \alpha_{f,t} + \alpha_{e,t} &= 1, \end{aligned} \quad (14)$$

где $\alpha_{f,t}, \alpha_{e,t}$ – вероятности выбора агентами

фундаменталистского или экстраполяционного правила соответственно.

Как уже отмечалось, агенты в исследуемой модели готовы учиться на своих ошибках, т. е. они постоянно оценивают эффективность своего прогноза. Эта готовность учиться и изменять свое поведение является наиболее фундаментальной характеристикой ограниченно рациональных агентов. При этом первый шаг в их анализе состоит в прогнозе эффективности конкретного правила, которую они вычисляют следующим образом:

$$U_{f,t} = -\sum_{q=0}^{\infty} w_q (y_{t-q-1} - \tilde{E}_{t-q-2}^f y_{t-q-1})^2 \quad (15)$$

$$U_{e,t} = -\sum_{q=0}^{\infty} w_q (y_{t-q-1} - \tilde{E}_{t-q-2}^e y_{t-q-1})^2, \quad (16)$$

где $U_{f,t}, U_{e,t}$ определяются как среднеквадратические ошибки (MSFE) правил прогнозирования; w_q – геометрически убывающие веса. Веса w_q убывают, так как предполагается, что агенты придают меньшее значение ошибкам, совершенным далеко в прошлом, по сравнению с ошибками, совершенными недавно. Степень забывания играет важную роль в исследуемой модели. В предположении, что веса

$w_q = (1 - \rho_q)\rho_q^q$ ($0 \leq \rho_q \leq 1$) выражения (15) и (16) можно переписать:

$$U_{f,t} = \rho_q U_{f,t-1} - (1 - \rho_q)(y_{t-1} - \tilde{E}_{t-2}^f y_{t-1})^2 \quad (17)$$

$$U_{e,t} = \rho_q U_{e,t-1} - (1 - \rho_q)(y_{t-1} - \tilde{E}_{t-2}^e y_{t-1})^2. \quad (18)$$

Применяя теорию дискретного выбора, вероятность того, что агент будет использовать фундаменталистское правило прогнозирования, определяется выражением Brock & Hommes [25]:

$$\alpha_{f,t} = \frac{\exp(\gamma U_{f,t})}{\exp(\gamma U_{f,t}) + \exp(\gamma U_{e,t})}. \quad (19)$$

Точно так же вероятность того, что агент будет использовать правило экстраполяционного прогнозирования, определяется как:

$$\alpha_{e,t} = \frac{\exp(\gamma U_{e,t})}{\exp(\gamma U_{f,t}) + \exp(\gamma U_{e,t})} = 1 - \alpha_{f,t}. \quad (20)$$

Уравнение (19) отражает факт, что по мере того, как прошлые прогнозы фундаменталистов улучшаются по сравнению с экстраполяторами, агенты с большей вероятностью выберут фундаменталистское правило о разрыве выпуска для своих будущих прогнозов. В результате возрастает вероятность того, что агенты используют фундаменталистское правило.

Уравнение (20) имеет аналогичную интерпретацию. Параметр γ измеряет «интенсивность выбора», т. е. интенсивность, с которой агенты допускают, чтобы их выбор конкретной эвристики зависел от прошлой эффективности прогноза. В пределе, когда $\gamma = \infty$, будет выбрана только одна, наиболее эффективная эвристика.

Приведенный механизм отбора является дисциплинирующим средством, введенным в модель, в отношении допустимых правил поведения. Остаются в силе только те правила, которые прошли тест

на пригодность. Остальные отсеиваются. Фактически используемый механизм отбора следует интерпретировать как механизм обучения, основанный на «пробах и ошибках». Агенты избегают систематических ошибок, постоянно стремясь учиться на прошлых ошибках и меняя свое поведение. Механизм, управляющий выбором правил, вносит в модель самоорганизующуюся динамику.

3.3. Формирование ограниченно рациональных ожиданий инфляции цен и заработной платы

Агенты также должны прогнозировать инфляцию цен и заработных плат. Аналогичная простая эвристика используется, как и в случае прогнозирования разрыва выпуска, с одним правилом, которое можно назвать фундаменталистским правилом, а другое экстраполяционным, как, например, у Bao et al. [33].

Первое правило основано на объявленном целевом уровне инфляции, то есть агенты, использующие фундаменталистское правило, уверены в его достоверности и используют эту уверенность для прогнозирования инфляции. Они полностью доверяют заявлению центрального банка, даже несмотря на отсутствие механизма принятых обязательств, необходимого для обеспечения требуемой уверенности. Экстраполяционная эвристика используется агентами, которые не доверяют объявленной цели по инфляции. Вместо этого они экстраполируют предыдущую наблюдаемую инфляцию цен и заработных плат в будущее ненаблюдаемое значение этих переменных.

Правило фундаменталистов будет называться правилом «таргетирования инфляции». Оно заключается в использовании целевого показателя инфляции центрального банка для прогнозирования инфляции цен и заработных плат, то есть для инфляции цен

$$\tilde{E}_t^{tar,p} \pi_{t+1} = \pi^* \quad (21)$$

и для инфляции заработных плат

$$\tilde{E}_t^{tar,w} \pi_{t+1}^w = \pi^{w*}, \quad (22)$$

где целевые значения π^* , π^{w*} принимаются равными нулю.

Экстраполяционное правило для инфляции цен определяется как

$$\tilde{E}_t^{ext} \pi_{t+1} = \pi_{t-1}, \quad (23)$$

и для инфляции заработных плат

$$\tilde{E}_t^{ext,w} \pi_{t+1}^w = \pi_{t-1}^w. \quad (24)$$

Рыночный прогноз инфляции цен определяется как средневзвешенное значение двух прогнозов, т. е.

$$\begin{aligned} \tilde{E}_t \pi_{t+1} &= \beta_{tar,t} \tilde{E}_t^{tar} \pi_{t+1} + \\ &+ \beta_{ext,t} \tilde{E}_t^{ext} \pi_{t+1}, \quad \beta_{tar,t} + \beta_{ext,t} = 1 \end{aligned} \quad (25)$$

и для инфляции заработных плат

$$\begin{aligned} \tilde{E}_t \pi_{t+1}^w &= \beta_{tar,t}^w \tilde{E}_t^{tar,w} \pi_{t+1}^w + \beta_{ext,t}^w \tilde{E}_t^{ext,w} \pi_{t+1}^w, \\ \beta_{tar,t}^w + \beta_{ext,t}^w &= 1. \end{aligned} \quad (26)$$

Аналогичный механизм отбора, что и в случае прогнозирования разрыва выпуска, используется для определения вероятностей того, что агенты доверяют целевому показателю инфляции, и тех, кто не доверяет ему и возвращается к экстраполяции прошлой инфляции, т. е. для инфляции цен:

$$\beta_{tar,t} = \frac{\exp(\gamma U_{tar,t})}{\exp(\gamma U_{tar,t}) + \exp(\gamma U_{ext,t})}, \quad (27)$$

$$\beta_{ext,t} = \frac{\exp(\gamma U_{ext,t})}{\exp(\gamma U_{tar,t}) + \exp(\gamma U_{ext,t})}, \quad (28)$$

где $U_{tar,t}$ и $U_{ext,t}$ – средневзвешенные квадраты прошлых ошибок прогноза инфляции цен при использовании правил

фундаменталистов и экстраполяторов соответственно. Они определяются так же, как в (17) и (18). Для инфляции заработной платы аналогичные вероятности определяются как:

$$\beta_{tar,t}^w = \frac{\exp(\gamma U_{tar,t}^w)}{\exp(\gamma U_{tar,t}^w) + \exp(\gamma U_{ext,t}^w)}, \quad (29)$$

$$\beta_{ext,t}^w = \frac{\exp(\gamma U_{ext,t}^w)}{\exp(\gamma U_{tar,t}^w) + \exp(\gamma U_{ext,t}^w)}. \quad (30)$$

Вышеописанные эвристики прогнозирования инфляции цен и заработных плат можно интерпретировать как процедуру агентов, пытающихся выяснить, насколько достоверны данные центрального банка. Если достоверность высока, использование объявленного целевого показателя инфляции даст хорошие прогнозы, и в результате вероятность того, что агенты будут полагаться на целевой показатель инфляции, будет также высокой. Если, с другой стороны, цель инфляции не дает хороших прогнозов (по сравнению с простым правилом экстраполяции), вероятность того, что агенты будут ее использовать, будет мала.

В результате, описав формирование ограниченно рациональных ожиданий агентов в исследуемой модели, можно решить ее с помощью уравнения (11), зная значения модельных коэффициентов модели.

3.4. Источники данных

Для решения уравнения (11) модельные коэффициенты калибровались и их значения соответствовали значениям этих параметров в работе Galí [21]. Эти же значения коэффициентов используются и в сравниваемой модели с жесткими ценами и гибкой заработной платой, которую в дальнейшем будем считать базовой.

Значения модельных коэффициентов приведены в табл. 2 (смысл коэффициентов приведен в описании модели).

Отметим, что значения стандартных отклонений всех шоков уравнения (10) равны 0.5.

Таблица 2. Значения коэффициентов данной модели

Table 2. The values of the coefficients of this model

Коэффициент	Значение
σ	1
φ	2
α	0.4
β	0.99
θ_p	0.75
θ_w	0.75
ε_p	6
ε_w	4.5
ρ	0.5
ρ_a	0.7
φ_π	1.5
φ_w	0.5
φ_y	0.5

Экстраполяция последних доступных данных исследуемых переменных проводится по модельно сгенерированным значениям, соответствующим калиброванным значениям параметров модели, приведенным в табл. 2.

4. Результаты и обсуждение

De Grauwe в своих работах [18–20] ввел переменную, называемую степенью животного духа (*animal spirit*), характеризующую концентрацию жизненных сил. Она представляет эволюцию долей агентов, которые экстраполируют положительный разрыв выпуска. Когда кривая достигает 1, все агенты экстраполируют положительный разрыв выпуска и являются оптимистами; когда кривая

достигает 0, ни один агент не экстраполирует положительный разрыв выпуска. Эти агенты являются пессимистами. Фактически в этом случае все они экстраполируют отрицательный разрыв выпуска. Таким образом, кривая показывает степень оптимизма и пессимизма агентов, прогнозирующих разрыв выпуска.

На рис. 1 приведены гистограммы частотного распределения данной переменной для двух сравниваемых моделей с коэффициентами из табл. 2. Слева представлена гистограмма исследуемой модели с несовершенным рынком труда и жесткими ценами (в дальнейшем просто модель с несовершенным рынком труда). Справа изображена гистограмма модели с жесткими ценами и гибкими заработными платами (базовая модель).

Из сравнения гистограмм видно, что первая модель (с несовершенным рынком труда) характеризуется усиленной концентрацией жизненных сил при крайних значениях 0 и 1, а также в середине распределения. Эта особенность обеспечивает ключевое объяснение ненормальности динамики эволюции переменных.

Базовая модель характеризуется меньшей степенью концентраций жизненных сил при крайних значениях и в середине распределения. Но распределение концентрации жизненных сил этой модели, как и первой, имеет «толстые хвосты», характеризующие ненормальность. Так как степень оптимизма и пессимизма агентов первой модели намного выше, чем второй, то модель с несовершенным рынком труда более подвержена циклическому поведению по сравнению с базовой моделью.

Из данных табл. 1 и уравнения (2) следует, что степень жесткости заработной платы зависит от параметра λ_w . Значение этого параметра, соответствующее значениям коэффициентов табл. 1, равно 0.008. С увеличением значения этого параметра степень жесткости заработной платы уменьшается, соответственно,

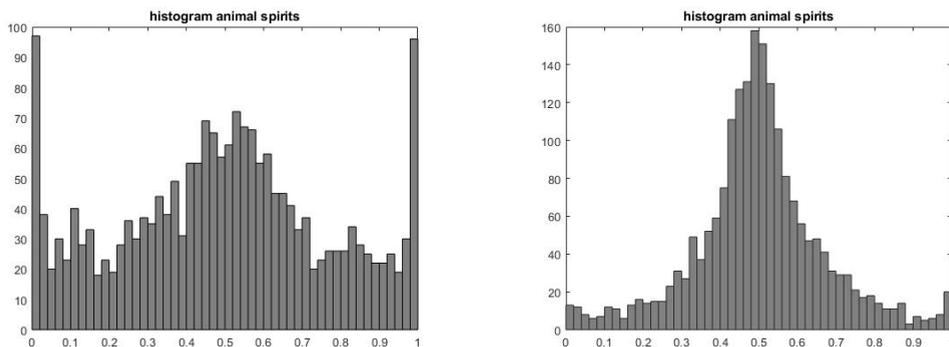


Рис. 1. Частотное распределение степени оптимизма и пессимизма для анализируемой модели (слева показана гистограмма для модели несовершенного рынка труда и жестких цен, справа показана гистограмма для базовой модели с жесткими ценами и гибкой заработной платой)

Fig. 1. Frequency distribution of the degree of optimism and pessimism for the analyzed model (the histogram for the imperfect labor market model and rigid prices is shown on the left, the histogram for the base model with rigid prices and flexible wages is shown on the right)

ее гибкость возрастает. Поэтому для примера на рис. 2 приведена гистограмма частотного распределения степени животного духа для исследуемой модели с несовершенным рынком труда при значении $\lambda_w = 0.1$, т. е. для модели с более гибкой заработной платой по сравнению с моделью, приведенной на рис. 1 (слева).

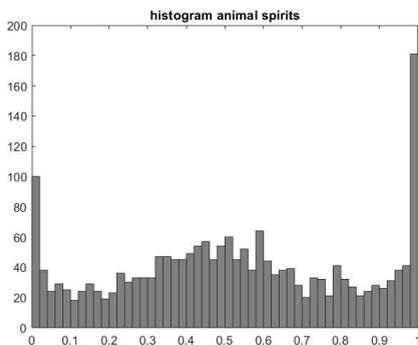


Рис. 2. Гистограмма частотного распределения степени животного духа для исследуемой модели с несовершенным рынком труда при значении $\lambda_w = 0.1$

Fig. 2. Histogram of the degree distribution of animal spirits for such a model with an imperfect labor market at the following value of $\lambda_w = 0.1$

Приведенная гистограмма характеризуется повышенной степенью оптимизма агентов по сравнению с гистограммой

для базовой модели. Степень пессимизма агентов осталась на прежнем уровне. Кроме того, концентрация жизненных сил агентов в середине распределения уменьшилась, и приведенная модель с более гибкими заработными платами по-прежнему отражает ненормальность динамики переменных и подвержена циклическому поведению (рис. 2).

На рис. 3 показано сильное циклическое движение инфляции заработной платы, инфляции цен (в дальнейшем просто инфляции) и разрыва выпуска в исследуемой поведенческой модели, степень животного духа агентов которой соответствует рис. 1 (слева). Источником этих циклических движений является весовая доля оптимистов и пессимистов на рынке. Эти циклические движения можно трактовать как волны оптимизма и пессимизма. В некоторые периоды преобладают пессимисты, что приводит к росту выпуска ниже среднего. За этими пессимистическими периодами следуют оптимистичные, когда преобладают оптимистические прогнозы и темпы роста выпуска выше среднего.

Эти волны оптимизма и пессимизма по своей сути непредсказуемы. Отметим, что на этом рисунке представлены результаты имитационного

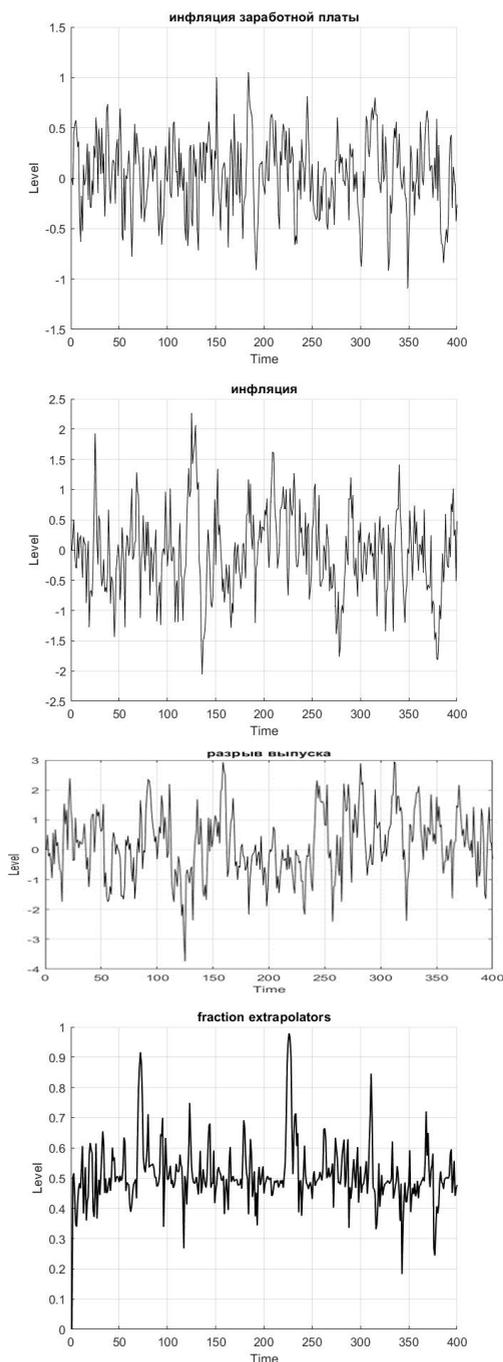


Рис. 3. Графики циклического движения инфляции заработной платы, инфляции цен, разрыва выпуска и доли экстраполяторов в исследуемой модели

Fig. 3. Graphs of the cyclic movement of wage inflation, price inflation, output gap and the share of extrapolators in the model under study

моделирования, в котором пять шоков, присутствующих в уравнениях (1)–(5) и (9), являются независимыми и одинаково распределенными со стандартным отклонением 0.5. Другие реализации шоков производят другие циклы с теми же общими характеристиками.

Эти эндогенно генерируемые циклы выпуска стали возможными благодаря самореализующемуся механизму, который можно описать следующим образом. Серия случайных экзогенных шоков создает возможность того, что одно из двух правил прогнозирования, скажем, оптимистическое, обеспечивает более высокую отдачу, т. е. более низкую среднеквадратичную ошибку прогноза. Это привлекает агентов, которые использовали пессимистическое правило. «Эффект заражения» приводит ко все более широкому использованию оптимистических убеждений для прогнозирования, например разрыва выпуска, и это стимулирует совокупный спрос. В результате оптимистические настроения самоосуществляются. Создается бум. В какой-то момент отрицательные стохастические шоки наносят ущерб оптимистичным прогнозам. Пессимистические настроения снова становятся привлекательными и происходит спад экономики.

Можно показать, что периоды подъема и спада экономики совпадают с долей экстраполяторов и фундаменталистов на рынке. На рис. 3 под графиком разрыва выпуска расположен график, характеризующий изменение доли экстраполяторов на рынке. На этом графике видно, что пики на графике динамики разрыва выпуска соответствуют пикам на графике изменения доли экстраполяторов.

Анализ циклов, приведенных на рис. 3, показывает, что волатильность разрыва выпуска превышает волатильность ценовой инфляции и инфляции заработной платы. Волатильность последней меньше волатильности ценовой инфляции.

В макроэкономических моделях с рациональными ожиданиями только экзогенные шоки имеют значение для объяснения изменений объема производства и инфляции. В поведенческой модели присутствует важная эндогенно генерируемая динамика, объясняющая изменения объема производства и инфляции и влияющая на процесс передачи этих экзогенных шоков. Поэтому является актуальным рассмотрение трансмиссионного механизма действия некоторых экзогенных шоков в исследуемой модели.

Поведенческая модель является нелинейной. Поэтому в постшоковый период необходимо учитывать случайные возмущения, которые одинаковы для серии с шоком и без него. Симуляции повторялись 1000 раз с 1000 различными реализациями случайных возмущений. Затем рассчитывалась средняя импульсная характеристика вместе со стандартным отклонением. Размеры шоков равнялись одному стандартному отклонению.

На рис. 4 показано влияние временного положительного шока процентной ставки на переменные модели с несовершенным рынком труда (инфляция заработной платы — pw , инфляция цен — pst , разрыв заработной платы — w) и на переменную ценовой инфляции — p для модели с жесткими ценами и гибкой заработной платой. Размер шока эквивалентен одному стандартному отклонению.

Наличие жесткой заработной платы и цен (реакция, показанная штрихпунктирными линиями) порождает, что неудивительно, более приглушенную реакцию инфляции заработной платы по сравнению с ценовой инфляцией базовой модели с гибкими заработными платами и жесткими ценами (сплошная линия), а также по сравнению с реакцией разрыва реальной заработной платы первой модели (пунктирные линии).

Наконец, самой вялой является реакция ценовой инфляции (точечные линии) в модели с жесткими заработными

платами и ценами. В результате эндогенная реакция денежно-кредитных властей на более низкую инфляцию подразумевает более высокие процентные ставки. Более резкая реакция ценовой инфляции в экономике с гибкой заработной платой (и жесткими ценами) объясняется тем, что спад активности как реакция на положительный шок процентной ставки приводит к значительному и постоянному снижению реальной заработной платы, что усиливает размер падения ценовой инфляции.

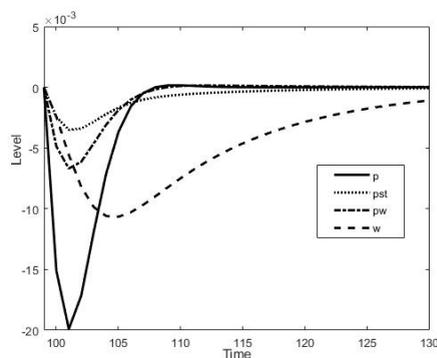


Рис. 4. Анализ влияния положительного шока процентной ставки по двум моделям (1-я — это поведенческая модель с несовершенным рынком труда, которая включает переменные инфляции заработной платы (pw), инфляции цен (pst) и разрыва в заработной плате (w); 2-я — модель с жесткими ценами и гибкой заработной платой, где изучается только переменная инфляции цен (p))

Fig. 4. Analysis of the impact of a positive interest rate shock on two models (1st is a behavioral model with an imperfect labor market that includes wage inflation (pw), price inflation (pst) and wage gap (w) variables; 2nd is a model with fixed prices and flexible wages, where only the price inflation variable (p) is studied)

На рис. 5 показано влияние временного технологического шока на переменные модели с несовершенным рынком труда (инфляция заработной платы pw , разрыв выпуска $ustw$) и на переменные модели с гибкой заработной платой и жесткими ценами (ценовая

инфляция — p , разрыв выпуска — y). Размер шока эквивалентен одному стандартному отклонению.

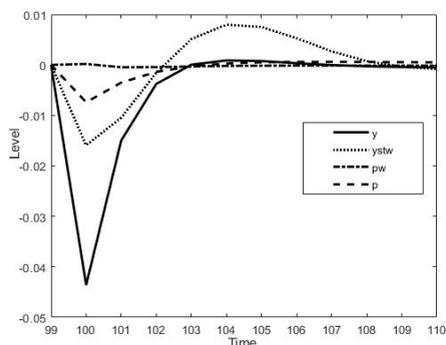


Рис. 5. Анализ влияния положительного технологического шока на различные переменные по двум моделям: 1) поведенческой модели с несовершенным рынком труда, включающей переменные инфляции заработной платы (pw) и разрыва выпуска ($ystw$); 2) модели с гибкой заработной платой и жесткими ценами, включающей переменные инфляции цен (p) и разрыва выпуска (y)

Fig. 5. Figure 5. Analysis of the impact of a positive technology shock on various variables under two models: (1) a behavioral model with an imperfect labor market, including wage inflation (pw) and output gap ($ystw$) variables; (2) a model with flexible wages and rigid prices, including price inflation (p) and output gap (y) variables

Из анализа импульсных откликов положительного технологического шока следует, что инфляция заработных плат поведенческой модели с несовершенным рынком труда и жесткими ценами (штрихпунктирная линия) практически не изменяется, даже немного возрастает в результате технологического шока. Довольно вялая реакция и ценовой инфляции модели с гибкой заработной платой и жесткими ценами (штриховая линия).

Значительной является отрицательная реакция разрыва выпуска модели с совершенным рынком труда и жесткими ценами (сплошная линия) и менее глубокая реакция разрыва выпуска

модели с несовершенным рынком труда и жесткими ценами (точечная линия). Отрицательный разрыв выпуска связан с тем, что в результате технологического шока фактический объем выпуска растет медленнее потенциального при заданной монетарной политике. Правда, в модели с несовершенным рынком труда через несколько периодов разрыв выпуска становится положительным в отличие от базовой модели.

Когда цены и заработная плата являются жесткими, денежно-кредитная политика должна обеспечивать баланс между достижением объема производства и корректировкой реальной заработной платы, обусловленной ростом производительности, и, с другой стороны, удержанием инфляции заработной платы и цен на близком к нулю уровне, чтобы избежать искажений, связанных с номинальной нестабильностью. Поэтому, учитывая выпуклость потерь благосостояния в инфляции цен и заработной платы, монетарные власти и правительство должны повышать реальную заработную плату плавно, сочетая отрицательную инфляцию цен и положительную инфляцию заработной платы, что и наблюдается на рис. 5.

Полученные импульсные характеристики имеют важное значение. Из их анализа можно сделать вывод, что более гибкая экономика менее склонна к скачкообразному характеру экономического цикла, вызванного волнами оптимизма и пессимизма, чем более жесткая экономика.

Полученные результаты оригинальны. Авторы нашли подтверждение этих результатов только у De Grauwe [18] для новой кейнсианской модели с жесткими ценами и гибкими заработными платами и у Serkov для неоклассической модели.

Основную причину такого результата можно объяснить следующим образом. Предположим, что возникает бум экономической активности: разрыв выпуска становится положительным.

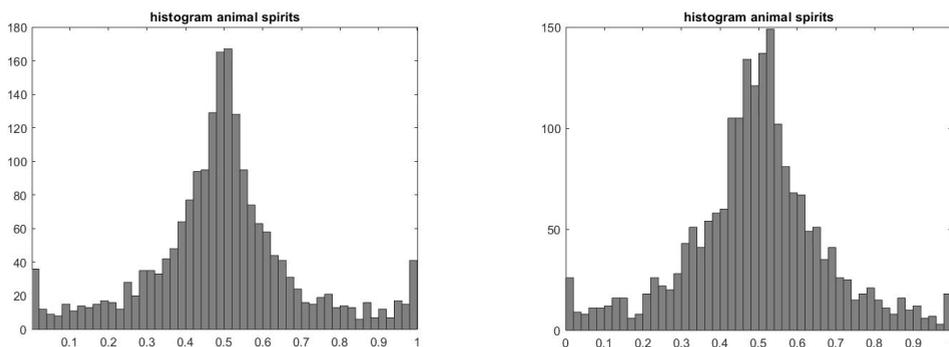


Рис. 6. Гистограмма частотного распределения степени жизненных сил (слева в модели с несовершенным рынком труда, справа с жесткими ценами и гибкими заработными платами)

Fig. 6. Histogram of the frequency distribution of the degree of vitality (on the left in the model with an imperfect labor market, on the right with fixed prices and flexible wages)

В гибкой экономике это увеличение разрыва выпуска оказывает сильное положительное влияние на инфляцию. Поскольку Центральный банк придает большое значение инфляции в правиле Тейлора, он резко реагирует повышением процентной ставки. Это имеет тенденцию снижать интенсивность бума.

Когда в жесткой экономике разрыв выпуска увеличивается, это окажет более слабое влияние на инфляцию, заставляя Центральный банк повышать процентную ставку меньше, чем в гибкой экономике. В результате бум экономической активности становится сильнее, что усиливает позитивный жизненный настрой, так что в условиях жесткой экономики тот же самый первоначальный шок в разрыве выпуска с большей вероятностью вызовет интенсивный бум, за которым последует спад.

Таким образом, жесткая экономика будет более подвержена бума и спадам, вызванным большей степенью животного духа, чем гибкая экономика. Другими словами, экономика с жесткими ценами и заработными платами более медленно возвращается к стационарному состоянию будучи выведенному из него экзогенными шоками.

Интересно также исследовать, какие факторы являются драйверами различий

степени жизненных сил (животного духа) в базовой модели и в модели с жесткими заработными платами и ценами (рис. 1). Иначе говоря, какие факторы ответственны за эти различия при инкорпорировании жесткости заработных плат в базовую модель.

На рис. 6 (слева) изображена гистограмма частотного распределения степени жизненных сил для модели с несовершенным рынком труда при прогнозировании инфляции заработной платы только с помощью фундаменталистского правила $\tilde{E}_t^{tar,w} \pi_{t+1}^w = \pi^{w*} = 0$ и при нулевом коэффициенте ϕ_w в правиле Тейлора для процентной ставки. На рис. 6 (справа) показана гистограмма для базовой модели с жесткими ценами и гибкими заработными платами при прогнозировании ценовой инфляции и разрыва выпуска с помощью фундаменталистского и экстраполяционного правил и ненулевых коэффициентах ϕ_π, ϕ_y в правиле Тейлора. Коэффициенты для обеих моделей соответствуют такому в табл. 2.

Как следует из рис. 6, гистограммы распределения жизненных сил обеих моделей практически совпадают. Из этого можно сделать вывод о том, что ответственным за различие степени жизненных сил в базовой модели, а также

в модели с жесткими заработными платами и ценами является полное доверие агентов Центральному банку в таргетировании инфляции заработной платы при отсутствии стабилизации этой инфляции со стороны банка.

Таким образом, разница между степенью оптимизма и пессимизма в базовой модели, а также в модели с жесткими зарплатой и ценами обусловлена полной уверенностью агентов в том, что Центральный банк сможет таргетировать инфляцию заработной платы. Центральный банк достигает такого доверия агентов, более интенсивно реагируя на изменения инфляции. При этом снижается вероятность того, что на рынке будут доминировать экстраполяторы и, как следствие, снижается вероятность того, что таргетирование инфляции со стороны агентов будет терять доверие.

Следует отметить, что подобная потеря доверия дестабилизирует как инфляцию, так и выпуск. Таким образом, поддержание доверия к таргетированию инфляции является важным источником макроэкономической стабильности в поведенческих моделях.

Как уже говорилось выше, степень жесткости заработной платы зависит от параметра λ_w . Значение этого параметра, соответствующее значениям коэффициентов табл. 1, равно 0.008. С увеличением значения этого параметра степень жесткости заработной платы уменьшается, соответственно, ее гибкость возрастает.

На рис. 7 показана графическая зависимость стандартного отклонения ценовой инфляции (p), инфляции заработной платы (pw) и разрыва выпуска (y) от степени гибкости заработной платы (λ_w) для поведенческой модели с жесткими заработными платами и ценами. Стандартное отклонение рассчитывалось как среднее значение, полученное в результате 1000-кратных симуляций с 1000 различными

реализациями случайных экзогенных шоков. Стандартное отклонение служит характеристикой волатильности соответствующих переменных. При $\lambda_w = 0.008$ волатильность разрыва выпуска превышает волатильность ценовой инфляции и особенно инфляции заработной платы. Это как раз соответствует данным рис. 3.

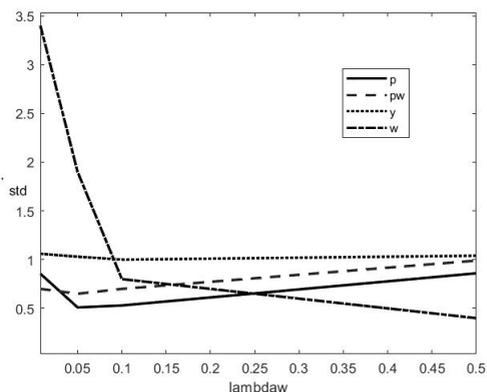


Рис. 7. Зависимость стандартного отклонения (std) ценовой инфляции (p), инфляции заработной платы (pw) и разрыва выпуска (y) от степени гибкости заработной платы (λ_w)

Fig. 7. Standard deviation (std) of price inflation (p), wage inflation (pw), and output gap (y) vs. the degree of wage flexibility (λ_w)

Как следует из данных рис. 7, волатильность разрыва выпуска с ростом гибкости заработной платы практически не меняется. Волатильность инфляции заработной платы возрастает с небольшим минимумом в районе $\lambda_w = 0.05$. Волатильность разрыва заработной платы очень резко уменьшается в начальный период и затем постепенно падает.

Автор считает, что это поведение происходит за счет снижения реальной заработной платы. Интересную динамику показывает график ценовой инфляции с начальным резким падением и последующим постепенным ростом волатильности. По нашему предположению, резкий спад волатильности ценовой инфляции обусловлен резким падением реальной

заработной платы. Инфляция заработной платы тоже реагирует на снижение реальной заработной платы, но в меньшей степени.

Рост волатильности инфляции заработной плат и цен с увеличением параметра λ_w связан с монетарной политикой Центробанка. Как уже отмечалось, при наличии двух искажений (негибких ценах и негибких зарплатах) единственный инструмент монетарной политики не может одновременно компенсировать оба искажения.

Можно показать, что при увеличении параметра ϕ_π в правиле Тейлора¹ (уравнение (5)) ценовая инфляция стабилизируется (волатильность становится постоянной или уменьшается) при отсутствии стабилизации инфляции заработной плат и разрыва выпуска (стабилизация его нарушится), волатильность которых по-прежнему будет возрастать, как на рис. 7.

Превышение волатильности инфляции заработной платы при росте ее гибкости по сравнению с волатильностью ценовой инфляции может свидетельствовать о том, что издержки благосостояния номинальной жесткости в большей степени связаны с жесткостью заработной платы, а не с ценовой негибкостью. Приведенные на рис. 7 результаты могут оказать полезность при стабилизации рассмотренных переменных.

Таким образом, в данном разделе показаны особенности и отличия исследуемой модели от модели с проявлением только номинальной жесткости цен.

5. Заключение

В соответствии с целью работы проанализированы изменения и особенности поведения экономических агентов при инкорпорировании несовершенства рынка труда (жесткости заработной платы) в новую кейнсианскую поведенческую

модель по сравнению с моделью с гибкой заработной платой и жесткими ценами (базовая модель) при когнитивных ограничениях агентов.

При этом прогнозирование разрыва выпуска, инфляции цен и заработных плат происходит с помощью фундаменталистского и экстраполяционного правил. Весовые доли агентов, применяющих данные эвристики изменяются эндогенно, что порождает эндогенные волны оптимизма и пессимизма.

Анализ импульсных откликов шока процентной ставки и технологического шока позволяет сделать вывод, что более гибкая экономика (экономика при гибких заработных платах и жестких ценах) менее склонна к скачкообразному характеру экономического цикла, вызванного волнами оптимизма и пессимизма, чем более жесткая экономика (экономика с несовершенным рынком труда).

Таким образом, жесткая экономика будет более подвержена бумам и спадам, вызванным чередованием оптимизма и пессимизма, чем гибкая экономика. В отличие стилизованной DSGE-модели с рациональными ожиданиями, которая не может уловить типичные черты движения реального делового цикла, т. е. корреляцию между последующими наблюдениями за разрывом выпуска (автокорреляцию) и возникновением больших подъемов и спадов (толстые хвосты распределений переменных) без инкорпорирования не совсем обоснованных предположений, ненормальность эволюции переменных, исследуемая модель с ограниченной рациональностью характеризует реальные свойства делового цикла не накладывая необоснованные предположения на модель. Это подтверждает рабочую гипотезу статьи и считает цель работы выполненной.

Получен оригинальный вывод, заключающийся в том, что ответственным за различие степени оптимизма и пессимизма в базовой модели, а также в модели с жесткими заработными платами

¹ Из-за ограниченного формата публикации эти графики не приведены.

и ценами является полное доверие агентов Центральному банку в таргетировании инфляции заработной платы при отсутствии стабилизации этой инфляции со стороны банка. Зависимость стандартного отклонения ценовой инфляции, инфляции заработной платы и разрыва выпуска от степени гибкости заработной платы показывает рост волатильности всех переменных, кроме разрыва выпуска с уменьшением жесткости заработной платы.

Полученные результаты могут оказать теоретическую и практическую полезность при стабилизации интересующих политических власти переменных при проведении монетарной политики

Центробанками и правительствами различных стран.

Как уже отмечалось, полученные результаты являются оригинальными. Поэтому автор не может сравнить свои результаты с другими с точки зрения конкретных данных для лучшей интегративной ценности исследования.

Автор отдает себе отчет в том, что при других эвристических правилах прогнозирования результаты исследования могут измениться. Поэтому следующим этапом работы является сбор и анализ данных для более глубокого и всестороннего обсуждения полученных результатов с целью развития и углубления методологии исследования.

Список использованных источников

1. *Kydland F., Prescott E.* Time to build and aggregate fluctuations // *Econometrica*. 1982. Vol. 50, No. 6. Pp. 1345–1370. <https://doi.org/10.2307/1913386>
2. *Smets F., Wouters R.* An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area // *Journal of the European Economic Association*. 2003. Vol. 1, Issue 5. Pp. 1123–1175. <https://doi.org/10.1162/154247603770383415>
3. *Muth J.F.* Rational expectations and the theory of price movements // *Econometrica*. 1961. Vol. 29, No. 3. Pp. 315–335. <https://doi.org/10.2307/1909635>
4. *Sargent T.* A Classical Macroeconometric Model for the United States // *Journal of Political Economy*. 1976. Vol. 84, No. 2. Pp. 207–238. URL: <https://www.jstor.org/stable/1831898>
5. *Woodford M.* Optimal interest-rate smoothing // *The Review of Economic Studies*. 2003. Vol. 70, Issue 4. Pp. 861–886. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00270>
6. *Adam K., Marcet A.* Internal rationality, imperfect market knowledge and asset prices // *Journal of Economic Theory*. 2011. Vol. 146, Issue 3. Pp. 1224–1252. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2010.11.003>
7. *Hommes C.* Behavioral and Experimental Macroeconomics and Policy Analysis: A Complex Systems Approach // *Journal of Economic Literature*. 2021. Vol. 59, No. 1. Pp. 149–219. <https://doi.org/10.1257/jel.20191434>
8. *Deak S., Levine P., Pearlman J., Yang B.* Internal Rationality, Learning and Imperfect Information // *Discussion Papers in Economics*. DP 08/17. University of Surrey, School of Economics, 2017. 52 p. URL: <https://repec.som.surrey.ac.uk/2017/DP08-17.pdf>
9. *Massaro D.* Heterogeneous expectations in monetary DSGE models // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2013. Vol. 37, Issue 3. Pp. 680–692. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2012.11.001>
10. *Madeira C., Zafar B.* Heterogeneous Inflation Expectations and Learning // *Journal of Money, Credit and Banking*. 2015. Vol. 47, Issue 5. Pp. 867–896. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12230>
11. *Frenkel J., Froot K.* Using survey data to test standard propositions regarding exchange rate expectations // *American Economic Review*. 1987. Vol. 77, No. 1. Pp. 133–153. URL: <http://www.jstor.org/stable/1806734>
12. *Frenkel J., Froot K.* Chartists, fundamentalists, and trading in the foreign exchange market // *American Economic Review*. 1988. Vol. 80, No. 2. Pp. 181–185. URL: <https://www.jstor.org/stable/2006566>

13. *Duffy J.* Experimental macroeconomics // In: Behavioural and Experimental Economics. Edited by S.N. Durlauf, L.E. Blume London: Palgrave Macmillan, 2010. Pp. 113–119. https://doi.org/10.1057/9780230280786_15
14. *Branch W.A.* The Theory of Rationally Heterogeneous Expectations: Evidence from Survey Data on Inflation Expectations // The Economic Journal. 2004. Vol. 114, No. 497. Pp. 592–621. URL: <https://www.jstor.org/stable/3590297>
15. *Pfajfar D., Santoro E.* Heterogeneity, learning and information stickiness in inflation expectations // Journal of Economic Behavior & Organization. 2010. Vol. 75, Issue 3. Pp. 426–444. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2010.05.012>
16. *Bao T., Duffy J., Hommes C.* Learning, Forecasting and Optimizing: An Experimental Study // European Economic Review. 2013. Vol. 61. Pp. 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2013.04.003>
17. *Dawid H., Harting P., van der Hoog S., Neugart M.* Macroeconomics with heterogeneous agent models: fostering transparency, reproducibility and replication // Journal of Evolutionary Economics. 2018. Vol. 29, Issue 1. Pp. 467–538. <https://doi.org/10.1007/s00191-018-0594-0>
18. *De Grauwe P.* Animal spirits and monetary policy // Economic Theory. 2011. Vol. 47, Issue 2. Pp. 423–457. <https://doi.org/10.1007/s00199-010-0543-0>
19. *De Grauwe P.* Booms and busts in economic activity: A behavioral explanation // Journal of Economic Behavior & Organization. 2012. Vol. 83, Issue 3. Pp. 484–501. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.02.013>
20. *De Grauwe P.* Lectures on Behavioral Macroeconomics. Princeton University Press, 2012. 152 p. URL: <https://ideas.repec.org/b/pup/pbooks/9891.html>
21. *Gali J.* Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle. An Introduction to the New Keynesian Framework and Its Applications. 2nd Edition. Princeton University Press, 2015. 216 p. URL: https://perhuaman.files.wordpress.com/2014/06/gali_polc3adtica_monetaria.pdf
22. *Erceg C., Dale W., Levin A.* Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts // Journal of Monetary Economics. 2000. Vol. 46, Issue 2. Pp. 281–313. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v46y2000i2p281-313.html>
23. *Mankiw N., Reis R., Wolfers J.* Disagreement About Inflation Expectations // NBER Macroeconomics Annual. 2003. Vol. 18. Pp. 209–270. URL: <https://www.nber.org/books-and-chapters/nber-macroeconomics-annual-2003-volume-18/disagreement-about-inflation-expectations>
24. *Branch W., McGough B.* A New Keynesian model with heterogeneous expectations // Journal of Economic Dynamics and Control. 2009. Vol. 33, Issue 5. Pp. 1036–1051. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/dyncon/v33y2009i5p1036-1051.html>
25. *Brock W., Hommes C.* A rational route to randomness // Econometrica. 1997. Vol. 65, No. 5. Pp. 1059–1095. <https://doi.org/10.2307/2171879>
26. *Sargent T.* Bounded Rationality in Macroeconomics. Clarendon Press, 1993. 184 p. URL: <http://www.gbv.de/dms/hbz/toc/ht005051088.pdf>
27. *Evans G., Honkapohja S.* Learning and Expectations in Macroeconomics. Princeton University Press, 2001. 421 p. URL: http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/13073/1/286%20%20George_W_Evans%2C.pdf
28. *Slobodyan S., Wouters R.* Learning in a medium-scale DSGE model with expectations based on small forecasting models // American Economic Journal: Macroeconomics. 2012. Vol. 4, No. 2. Pp. 65–101. <https://doi.org/10.1257/mac.4.2.65>
29. *Lux T., Schornstein S.* Genetic Learning as an Explanation of Stylized Facts of Foreign Exchange Markets // Journal of Mathematical Economics. 2005. Vol. 41. Pp. 169–196. <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2004.02.003>
30. *Milani F.* Learning and Time-Varying Macroeconomic Volatility // Journal of Economic Dynamics and Control. 2014. Vol. 47. Pp. 94–114. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2014.07.017>

31. *Calvo A.* Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework // Journal of Monetary Economics. 1983. Vol. 12, Issue 3. Pp. 383–398. URL: https://econpapers.repec.org/article/eeemoneco/v_3a12_3ay_3a1983_3ai_3a3_3ap_3a383-398.htm

32. *Eichenbaum M., Fisher J.* Estimating the Frequency of Price Reoptimization in Calvo-Style Models // Journal of Monetary Economics. 2007. Vol. 54, Issue 7. Pp. 2032–2047. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2006.07.004>

33. *Bao T., Hommes C., Pei J.* Expectation formation in finance and macroeconomics: A review of new experimental evidence // Journal of Behavioral and Experimental Finance. 2021. Vol. 32. P. 100591. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100591>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Серков Леонид Александрович

Кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра развития и размещения производительных сил Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3832-3978> e-mail: serkov.la@uiec.ru

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР ИЭ УрО РАН на 2023 г.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Серков Л.А. Моделирование влияния жесткости заработной платы на поведение экономических агентов с гетерогенными ожиданиями // Journal of Applied Economic Research. 2023. Т. 22, № 2. С. 450–473. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.2.019>

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Дата поступления 6 февраля 2023 г.; дата поступления после рецензирования 6 марта 2023 г.; дата принятия к печати 3 апреля 2023 г.

Effect of sticky Wages on the Behavior of Economic Agents with Heterogeneous Expectations

Leonid A. Serkov  

Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russia

 serkov.la@uiiec.ru

Abstract. The aim of the work is to analyze the changes and behavioral features of economic agents when wage rigidity is incorporated into the new Keynesian model in comparison with the model with flexible wages and rigid prices under cognitive constraints of agents. The relevance of the work lies in the fact that the model under study is able to describe the typical features of the movement of a real business cycle. The working hypothesis is an assumption that the forecasting of the output gap, inflation of prices and wages occurs with the help of fundamentalist and extrapolation rules. The first rule is based on the prediction of the studied variables based on their stationary values. The second rule is based on the extrapolation of the latest available data for the variables under study. The weight shares of agents applying these heuristic rules change endogenously, which is the source of endogenous waves of optimism and pessimism, and the scientific novelty of the analysis of models with an imperfect labor market. An analysis of the impulse responses of an interest rate shock and a technological shock suggests that a more flexible economy (an economy with flexible wages and rigid prices) is less prone to an abrupt economic cycle caused by waves of optimism and pessimism than a more rigid economy. These shocks cause ripple effects in the economy, meaning that a tight economy will be more prone to booms and busts driven by alternating optimism and pessimism than an agile economy. It is concluded that the difference between the degree of optimism and pessimism in the base model, as well as in the model with rigid wages and prices, is the full trust of agents in the Central Bank in targeting wage inflation in the absence of stabilization of this inflation by the bank. The practical significance of the work lies in the fact that the results obtained may be useful in stabilizing the considered variables under the monetary policy of the Central Bank.

Key words: rigidity of wages; cognitive limitations of agents; endogenous waves of optimism and pessimism; degree of vitality; impulse responses

JEL E02, E12

References

1. Kydland, F., Prescott, E. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, 1345–1370. <https://doi.org/10.2307/1913386>
2. Smets, F., Wouters, R. (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, Vol. 1, Issue 5, 1123–1175. <https://doi.org/10.1162/154247603770383415>
3. Muth, J.F. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, Vol. 29, No. 3, 315–335. <https://doi.org/10.2307/1909635>
4. Sargent, T. (1976). A Classical Macroeconometric Model for the United States. *Journal of Political Economy*, Vol. 84, No. 2, 207–238. Available at: <https://www.jstor.org/stable/1831898>
5. Woodford, M. (2003). Optimal interest-rate smoothing. *The Review of Economic Studies*, Vol. 70, Issue 4, 861–886. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00270>

6. Adam, K., Marcet, A. (2011). Internal rationality, imperfect market knowledge and asset prices. *Journal of Economic Theory*, Vol. 146, Issue 3, 1224–1252. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2010.11.003>
7. Hommes, C. (2021). Behavioral and Experimental Macroeconomics and Policy Analysis: A Complex Systems Approach. *Journal of Economic Literature*, Vol. 59, No. 1, 149–219. <https://doi.org/10.1257/jel.20191434>
8. Deak, S., Levine, P., Pearlman, J., Yang, B. (2017). Internal Rationality, Learning and Imperfect Information. *Discussion Papers in Economics*. DP 08/17. University of Surrey, School of Economics, 52 p. Available at: <https://repec.som.surrey.ac.uk/2017/DP08-17.pdf>
9. Massaro, D. (2013). Heterogeneous expectations in monetary DSGE models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 37, Issue 3, 680–692. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2012.11.001>
10. Madeira, C., Zafar, B. (2015). Heterogeneous Inflation Expectations and Learning. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 47, Issue 5, 867–896. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12230>
11. Frenkel, J., Froot, K. (1987). Using survey data to test standard propositions regarding exchange rate expectations. *American Economic Review*, Vol. 77, No. 1, 133–153. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1806734>
12. Frenkel, J., Froot, K. (1988). Chartists, fundamentalists, and trading in the foreign exchange market. *American Economic Review*, Vol. 80, No. 2, 181–185. Available at: <https://www.jstor.org/stable/2006566>
13. Duffy, J. (2010). Experimental macroeconomics *In: Behavioural and Experimental Economics*. Edited by S.N. Durlauf, L.E. Blume London, Palgrave Macmillan, 113–119. https://doi.org/10.1057/9780230280786_15
14. Branch, W.A. (2004). The Theory of Rationally Heterogeneous Expectations: Evidence from Survey Data on Inflation Expectations. *The Economic Journal*, Vol. 114, No. 497, 592–621. Available at: <https://www.jstor.org/stable/3590297>
15. Pfajfar, D., Santoro, E. (2010). Heterogeneity, learning and information stickiness in inflation expectations. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 75, Issue 3, 426–444. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2010.05.012>
16. Bao, T., Duffy, J., Hommes, C. (2013). Learning, Forecasting and Optimizing: An Experimental Study. *European Economic Review*, Vol. 61, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2013.04.003>
17. Dawid, H., Harting, P., van der Hoog, S., Neugart, M. (2018). Macroeconomics with heterogeneous agent models: fostering transparency, reproducibility and replication. *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 29, Issue 1, 467–538. <https://doi.org/10.1007/s00191-018-0594-0>
18. De Grauwe, P. (2011). Animal spirits and monetary policy. *Economic Theory*, Vol. 47, Issue 2, 423–457. <https://doi.org/10.1007/s00199-010-0543-0>
19. De Grauwe, P. (2012). Booms and busts in economic activity: A behavioral explanation. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 83, Issue 3, 484–501. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.02.013>
20. De Grauwe, P. (2012). *Lectures on Behavioral Macroeconomics*. Princeton University Press, 152 p. Available at: <https://ideas.repec.org/b/pup/pbooks/9891.html>
21. Galí, J. (2015). *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle. An Introduction to the New Keynesian Framework and Its Applications*. 2nd Edition. Princeton University Press, 216 p. Available at: https://perhuaman.files.wordpress.com/2014/06/gali_polc3adtica_monetaria.pdf
22. Erceg, C., Dale, W., Levin, A. (2000). Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 46, Issue 2, 281–313. Available at: <https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v46y2000i2p281-313.html>
23. Mankiw N., Reis R., Wolfers J. (2003). Disagreement About Inflation Expectations. *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 18, 209–270. Available at: <https://www.nber.org/books->

[and-chapters/nber-macroeconomics-annual-2003-volume-18/disagreement-about-inflation-expectations](#)

24. Branch, W., McGough, B. (2009). A New Keynesian model with heterogeneous expectations. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 33, Issue 5, 1036–1051. Available at: <https://ideas.repec.org/a/eee/dyncon/v33y2009i5p1036-1051.html>

25. Brock, W., Hommes, C. (1997). A rational route to randomness. *Econometrica*, Vol. 65, No. 5, 1059–1095. <https://doi.org/10.2307/2171879>

26. Sargent, T. (1993). *Bounded Rationality in Macroeconomics*. Clarendon Press, 184 p. Available at: <http://www.gbv.de/dms/hbz/toc/ht005051088.pdf>

27. Evans, G., Honkapohja, S. (2001). *Learning and Expectations in Macroeconomics*. Princeton University Press, 421 p. Available at: http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/13073/1/286%20-%20George_W._Evans%2C.pdf

28. Slobodyan, S., Wouters, R. (2012). Learning in a medium-scale DSGE model with expectations based on small forecasting models. *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 4, No. 2, 65–101. <https://doi.org/10.1257/mac.4.2.65>

29. Lux, T., Schornstein, S. (2005). Genetic Learning as an Explanation of Stylized Facts of Foreign Exchange Markets. *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 41, 169–196. <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2004.02.003>

30. Milani, F. (2014). Learning and Time-Varying Macroeconomic Volatility. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 47, 94–114. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2014.07.017>

31. Calvo, A. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 12, Issue 3, 383–398. Available at: https://econpapers.repec.org/article/eeemoneco/v_3a12_3ay_3a1983_3ai_3a3_3ap_3a383-398.htm

32. Eichenbaum, M., Fisher, J. (2007). Estimating the Frequency of Price Reoptimization in Calvo-Style Models. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 54, Issue 7, 2032–2047. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2006.07.004>

33. Bao, T., Hommes, C., Pei, J. (2021). Expectation formation in finance and macroeconomics: A review of new experimental evidence. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, Vol. 32, 100591. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100591>

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Leonid Aleksandrovich Serkov

Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Centre for Development and Placement of Productive Forces, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya street, 29); ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3832-3978> e-mail: serkov.la@uiec.ru

ACKNOWLEDGMENTS

The article was prepared in accordance with the Research Plan of the Institute of Economics UB RAS for 2023.

FOR CITATION

Serkov, L.A. (2023). Effect of sticky Wages on the Behavior of Economic Agents with Heterogeneous Expectations. *Journal of Applied Economic Research*, Vol. 22, No. 2, 450–473. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2023.22.2.019>

ARTICLE INFO

Received February 6, 2023; Revised March 6, 2023; Accepted April 3, 2023.

