

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПЕРЕНОСА ОБМЕННОГО КУРСА НА ИНФЛЯЦИЮ

**Д. Ю. Буданчикова**

*студент, Белорусский государственный университет, г. Минск,  
Республика Беларусь, budanchikova.04@mail.ru*

**Научный руководитель: А. В. Капусто**

*кандидат физико-математических наук, доцент,  
Белорусский государственный университет, г. Минск,  
Республика Беларусь, kapusto@bsu.by*

В статье исследуется влияние обменного курса на инфляцию в Республике Беларусь. Построенная эконометрическая модель фокусируется на оценке воздействия обменного курса на инфляцию, предоставляя основу для применения более сложных математических методов, включая разработку нечеткой линейной регрессии для более точного моделирования экономических процессов.

**Ключевые слова:** нечеткая линейная регрессия; эффект переноса обменного курса; инфляция; моделирование.

## MODELING THE EXCHANGE RATE PASS-THROUGH EFFECT ON INFLATION

**D. Y. Budanchikova**

*student, Belarusian State University, faculty of economics,  
Minsk, Republic of Belarus, budanchikova.04@mail.ru*

**Supervisor: A. V. Kapusto**

*PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,  
Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, kapusto@bsu.by*

The article investigates the impact of the exchange rate on inflation in the Republic of Belarus. The constructed econometric model focuses on the assessment of the impact of the exchange rate on inflation, providing a basis for the application of more sophisticated mathematical methods, including the development of fuzzy linear regression for more accurate modelling of economic processes.

**Keywords:** fuzzy linear regression; exchange rate pass-through effect; inflation; modelling.

Определяя степень влияния валютных колебаний на динамику внутренних цен, эффект переноса обменного курса на инфляцию является важным фактором в формировании макроэкономической политики.

Низкая степень переноса обменного курса дает центральным банкам больше возможностей для стимулирующих мер в период спада, не вызывая сильного роста инфляции. Большое влияние эффекта переноса, наоборот, требует осторожного управления курсом и процентными ставками, так как колебания валюты могут значительно влиять на цены.

Одним из классических подходов к моделированию инфляционных процессов является кривая Филлипса, исторически описывающая обратную зависимость между инфляцией и безработицей. Однако в современной макроэкономической литературе особое значение приобрела новокейнсианская кривая Филлипса, которая расширяет традиционную концепцию, интегрируя инфляционные ожидания и роль разрыва выпуска [2]:

$$\pi_t = \alpha\pi_{t-1} + (1 - \alpha)E_t\{\pi_{t+1}\} + \beta y_t^{gap} + \varepsilon_t^\pi,$$

где  $\pi_t$  и  $E_t\{\pi_{t+1}\}$  – инфляция и инфляционные ожидания соответственно,  $y_t^{gap}$  является показателем разрыва выпуска,  $\varepsilon_t^\pi$  – остатки кривой Филлипса.

Разрыв выпуска, в нашем случае ВВП, представляет собой отклонение фактического уровня выпуска от его потенциального значения, отражая степень недозагруженности или перегрева экономики.

Моделирование эффекта переноса обменного курса на инфляцию осуществим поэтапно. На первом этапе разработаем модель разрыва выпуска для Республики Беларусь, которая станет ключевым индикатором для оценки эффективности монетарной политики. Далее создадим модель инфляции, в которой оценим влияние обменного курса и непосредственно включим ранее проанализированный разрыв выпуска. В данной работе основной акцент будет сделан на взаимосвязи всех переменных в построенных моделях, чтобы их включение и преобразование были логичными и обоснованными.

Полученные результаты могут служить основой для дальнейшего прогнозирования или более сложного моделирования. Кроме того, они могут использоваться в качестве первоначальной регрессии для нечеткой линейной регрессии, которая является весьма мощным и актуальным методом в современной научной деятельности.

Для создания эконометрических моделей в EViews были использованы квартальные данные за период I квартал 2004 г. – IV квартал 2023 г. Изначально в качестве ключевых временных рядов для анализа были выбраны разрыв реального ВВП Беларуси в среднегодовых ценах 2022 года, ВВП крупнейшего торгового партнёра – России, реальная средняя заработная плата за квартал в Беларуси, ставка по всем новым кредитам экономики, а также взвешенный реальный эффективный курс белорусского рубля, рассчитанный по ИПЦ, в индексной форме (декабрь 2003 г. = 1).

Предварительно построенная модель не демонстрировала должной статистической адекватности. В связи с этим было принято решение преобразовать показатели ВВП России и реальной средней заработной платы в Беларуси в разрывные формы, тем самым улучшив выявление взаимосвязей между показателями и повысив качество оценок модели.

Полученное уравнение разрыва выпуска Беларуси имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \text{REAL\_GDP\_GAP\_BEL\_LN\_SA} = & -0,372 + 0,856 * \text{REAL\_GDP\_BEL\_LN\_SA}(-1) + \\ & p\text{-value} \qquad \qquad \qquad (0,0088) \qquad \qquad \qquad (0,0000) \\ & + 0,043 * \text{D}(\text{GDP\_GAP\_RUSSIA\_LN\_SA}(-1)) + 0,045 * \text{D}(\text{REAL\_WAGES\_GAP\_BEL\_LN\_SA}) - \\ & \qquad \qquad \qquad (0,0791) \qquad \qquad \qquad (0,0689) \\ & - 0,041 * (0,6 * \text{RER\_RUB\_LN}(-1) + 0,4 * \text{RER\_EU\_LN}(-1)) - 0,045 * \text{D}(\text{REAL\_CREDITS\_ALL}(-1)) - \\ & \qquad \qquad \qquad (0,0001) \qquad \qquad \qquad (0,0857) \\ & - 8,298 * \text{D2022Q2} + 1,941 * \text{D2014Q1} + 1,999 * \text{D2008Q1} - 1,718 * \text{D2020Q2} - \\ & \qquad \qquad \qquad (0,0000) \qquad \qquad \qquad (0,0135) \qquad \qquad \qquad (0,0085) \qquad \qquad \qquad (0,0212) \end{aligned}$$

$$\begin{matrix} -2,440 * D2011Q3 + 1,935 * D2020Q3. \\ (0,0022) \quad (0,0100) \end{matrix}$$

Переменные разрыва выпуска были построены с использованием линейного фильтра Ходрика-Прескотта, который позволяет выделить циклическую компоненту из временного ряда. Для квартальных данных в фильтре используется сглаживающий параметр 1600.

Разрыв выпуска оказался ключевым макроэкономическим показателем, и его формирование потребовало сложного и длительного процесса выбора модели, учитывающего множество факторов. Поскольку сам курс уже продемонстрировал свою значимость в определении макроэкономических условий, логично перейти к построению модели эффекта его переноса на инфляцию.

Для построения модели были выбраны следующие временные ряды: сезонно сглаженный ИПЦ Беларуси в индексной форме (декабрь 2003 г. = 1), разрыв реального ВВП Беларуси в среднегодовых ценах 2022 года, реальная средняя заработная плата за квартал в Беларуси, взвешенный реальный эффективный курс белорусского рубля по отношению к российскому рублю и евро, рассчитанный по ИПЦ, в индексной форме (декабрь 2003 г. = 1), сезонно сглаженный ИПЦ России в индексной форме (декабрь 2003 г. = 1).

Чтобы упростить расчет и учесть влияние факторов обменного курса в едином коэффициенте, вместо традиционной композиции, включающей веса и обменные курсы реального евро и российского рубля, была введена мультипликативная переменная.

#### Характеристика переменных, включаемых в модель множественной линейной регрессии эффекта переноса обменного курса на инфляцию

Обозначение	Переменная	Трансформация	ADF-тест (p-value)
cpi_bel_ln_sa	ИПЦ Беларуси, %	Сезонное сглаживание, логарифмирование, взятие первых разностей	0,7274
real_gdp_gap_bel_ln_sa	Разрыв выпуска Беларуси, %	Сезонное сглаживание, логарифмирование, взятие первых разностей	0,0028
cpi_russia_ln_sa	ИПЦ России, %	Сезонное сглаживание, логарифмирование, взятие первых разностей	0,3384
real_wages_gap_bel_ln_sa	Разрыв реальной заработной платы в Беларуси, %	Сезонное сглаживание, логарифмирование, взятие первых разностей	0,0028
rus_eu_reer_ln	Взвешенный реальный эффективный курс белорусского рубля к российскому рублю и евро, %	Логарифмирование, взятие первых разностей	0,0120

Согласно результатам ADF-теста, для переменных разрыва выпуска Беларуси, разрыва реальной заработной платы и реального эффективного курса гипотеза о наличии единичного корня отклоняется.

В результате множества модификаций построенной модели, получаем уравнение следующего вида:

$$\begin{aligned}
 D(\text{CPI\_BEL\_LN\_SA}) = & 0,652 + 0,157 * D(\text{CPI\_BEL\_LN\_SA}(-1)) + \\
 & \textit{p-value} \quad (0,250) \quad (0,0074) \\
 + & 0,11 * \text{REAL\_GDP\_GAP\_BEL\_LN\_SA}(-1) + 0,088 * D(\text{REAL\_WAGES\_BEL\_LN\_SA}(-1)) - \\
 & (0,079) \quad (0,0043) \\
 - & 0,032 * \text{RUS\_EU\_REER\_LN} + 0,478 * D(\text{CPI\_RUSSIA\_LN\_SA}) + 22,039 * D2011Q2 + \\
 & (0,079) \quad (0,000) \quad (0,000) \\
 + & 20,335 * D2011Q3 + 10,333 * D2011Q4 + 2,884 * D2013Q4. \\
 & (0,000) \quad (0,0085) \quad (0,0053)
 \end{aligned}$$

Проверка ключевых предпосылок МНК показала, что модель является адекватной: все рассчитанные коэффициенты и эффекты отражают логичные и устойчивые взаимосвязи, что и позволяет проводить их корректную интерпретацию и использовать модель для дальнейшего прогнозирования. Статистический показатель Дарбина–Уотсона, рассчитанный для диагностики автокорреляции остатков модели, составил 1,7683. Для проверки корректности спецификации модели был проведен тест Рамсея (RESET). Поскольку все *p-values* значительно превышают 0,01, 0,05 и 0,1, нулевая гипотеза о корректной спецификации модели не отвергается.

Для более глубокого анализа влияния обменного курса на инфляцию в Беларуси было бы логично рассмотреть реальный эффективный обменный курс с более детальной разбивкой по валютам всех основных торговых партнёров. Россия была выбрана как основной торговый партнёр, учитывая её значительное влияние на экономику Беларуси, как в сфере внешней торговли, так и в финансовых потоках. Изменения курса рубля оказывают наиболее выраженное влияние на цены, особенно в связи с высокой долей российского импорта и тесными экономическими связями. Евро, в свою очередь, играет важную роль в торговле с Европейским Союзом, влияя на импортные товары и услуги.

Эффект переноса отражает процесс, при котором колебания валютных курсов передаются на внутренние цены товаров и услуг. Процесс переноса происходит через несколько каналов: изменения цен на импортируемые товары, изменения в ожиданиях потребителей и производителей, а также через перераспределение доходов и затрат.

Коэффициент при константе свидетельствует о положительном базовом уровне инфляции в Беларуси даже при отсутствии влияния других факторов, указывая на внутренние инфляционные процессы, не зависящие напрямую от разрыва выпуска, заработных плат или внешнеэкономических факторов, например, на особенности ценообразования и инфляционные ожидания в экономике.

Лагированная инфляция ( $D(\text{CPI\_BEL\_LN\_SA}(-1))$ ) имеет коэффициент 0,157, подтверждая наличие эффекта инерционности: рост инфляции в предыдущем квартале на 1% ведет к росту инфляции в текущем квартале на 0,157%.

Коэффициент при разрыве выпуска равен 0,110, что означает, что увеличение разрыва выпуска на 1% приводит к росту инфляции на 0,11%. В этом и заключается новокейнсианский подход: когда экономика работает выше своего потенциального уровня, увеличиваются издержки производства, усиливается спрос на ограниченные ресурсы.

Особое внимание заслуживает коэффициент при взвешенном реальном эффективном обменном курсе белорусского рубля к российскому рублю и евро (RUS\_EU\_REER\_LN), который составляет  $-0,032$ . Результат говорит о том, что укрепление белорусского рубля на 1% ведет к снижению инфляции на  $0,032\%$ . Данный эффект связан с тем, что укрепление национальной валюты делает импорт более дешевым, снижая стоимость импортируемых товаров и тем самым ослабляя инфляционное давление – подтверждение значимости курсовых колебаний для ценовой динамики в Беларуси.

Влияние курсовых и внешних факторов особенно ярко проявляется в определённые периоды, что находит отражение в значениях фиктивных переменных. В 2011 году наблюдаются резкие скачки инфляции, что объясняется валютным кризисом в Беларуси, вызванным резкой девальвацией рубля, острой нехваткой валюты и ростом цен на импортные товары. Падение курса белорусского рубля привело к ускоренной инфляции из-за удорожания импортируемых товаров и роста инфляционных ожиданий. В конце 2011 года эффект ослаб, но инфляция все еще оставалась высокой.

Колебания обменного курса оказывают значительное влияние на инфляцию, особенно в периоды экономической нестабильности. Внешние валютные шоки, происходящие в определённые моменты времени, усиливают эффект переноса, увеличивая его влияние на ценовую динамику. Важно учитывать такие изменения при построении экономических моделей и выявлении взаимосвязей, так как влияние обменного курса на инфляцию может быть очень чувствительным и изменчивым.

### Библиографические ссылки

1. *Власенко М.* Интенсивность экономического роста и кривая Филлипса // Банкаўскі веснік. 2018. № 6. С. 15.
2. *Миксюк А.* Новокейнсианская кривая Филлипса и механизмы регулирования инфляции Национальным банком // Банкаўскі веснік. 2013. № 13. С. 29.