



НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК КАЗАХСТАНА

Динамическая факторная модель инфляции для Казахстана

Департамент денежно-кредитной политики
Экономическое исследование №2022-4

Ержан И.
Сейдахметов А.

Экономические исследования и аналитические записки Национального Банка Республики Казахстан (далее – НБРК) предназначены для распространения результатов исследований НБРК, а также других научно-исследовательских работ сотрудников НБРК. Экономические исследования распространяются для стимулирования дискуссий. Мнения, высказанные в документе, выражают личную позицию автора и могут не совпадать с официальной позицией НБРК.

Динамическая факторная модель инфляции для Казахстана.
NBRK – WP – 2022-4

© Национальный Банк Республики Казахстан
Любое воспроизводство представленных материалов допускается только с разрешения авторов

Динамическая факторная модель инфляции для Казахстана.

Ержан Ислам¹
Сейдахметов Ансар²

Аннотация

Для центральных банков, придерживающихся политики инфляционного таргетирования, крайне важно отслеживать текущие тенденции развития инфляционных процессов. Помимо стандартного анализа влияния различных переменных необходимо понимание природы происхождения основных драйверов инфляционной динамики. В этой связи, приобретает особое значение постоянный анализ воздействия ненаблюдаемых переменных на инфляционные процессы.

В рамках данной работы авторами были определены ненаблюдаемые переменные и произведена количественная оценка их влияния на динамику инфляционных процессов.

Ключевые слова: инфляция, метод главных компонент, фактор, ненаблюдаемая переменная, вклад, декомпозиция.

JEL-классификация: E31, E37, E39, E52.

¹ Ержан Ислам – главный специалист-аналитик управления макроэкономических исследований и прогнозирования Департамента денежно-кредитной политики Национального Банка Республики Казахстан. E-mail: Islam.Yerzhan@nationalbank.kz

² Сейдахметов Ансар – ведущий специалист-аналитик управления макроэкономических исследований и прогнозирования Департамента денежно-кредитной политики Национального Банка Республики Казахстан. E-mail: Ansar.Seidakhmetov@nationalbank.kz

Содержание

1. Введение	5
2. Обзор литературы	6
3. Используемые данные и методология	8
4. Обсуждение результатов	11
5. Выводы и рекомендации для дальнейших исследований	15
6. Список литературы	16
7. Приложения	18

1. Введение

В 2015 году Национальный Банк Казахстана перешел на новый режим монетарной политики – инфляционное таргетирование. Важным аспектом результативного проведения инфляционного таргетирования является внедрение системы анализа и прогнозирования макроэкономических переменных, в частности инфляции. Данная система предполагает построение структурного макроэкономического и эконометрического инструментария с использованием широкого класса моделей для поддержки решений по денежно-кредитной политике. Проведение взвешенной и последовательной монетарной политики приводит к стабилизации и снижению волатильности инфляции путем повышения доверия к регулятору и снижения инфляционных ожиданий.

Наличие существенного количества переменных, оказывающих влияние на динамику инфляции усложняет процесс анализа и прогнозирования. Среди большого объема данных необходимо выделить действительно значимые показатели. Одним из методов решения данной проблемы является метод главных компонент (РСА – *principle component analysis*).

Метод главных компонент – это статистический метод, позволяющий преобразовать коррелированные между собой переменные в новый сжатый набор некоррелированных переменных, называемых главными компонентами. При этом уменьшение размерности данных происходит с минимальной потерей общей информации. Трансформирование данных определяется так, что первый главный компонент имеет максимально возможную дисперсию всех включенных в анализ объясняющих переменных. Последующие главные компоненты учитывают оставшуюся дисперсию.

В своей работе Stock и Watson (2002) эмпирически доказали, что использование метода главных компонент при прогнозировании с применением большого количества предикторов имеет смысл. При прогнозировании индекса промышленного производства начальный массив данных включал в себя 149 объясняющих переменных месячной частотности (производство, потребление, занятость, инфляция, процентные ставки и т.д.), который в дальнейшем был спрогнозирован с использованием метода главных компонент. В ходе исследования выяснилось, что максимальное улучшение прогнозов в сравнении с наивными AR и VAR моделями достигается за счет использования первых двух-трех главных компонент. Включение дополнительных главных компонент не несет за собой существенного улучшения качества прогнозов.

Помимо удобства использования массива данных меньшего объема, метод главных компонент позволяет избежать проклятия размерности. Наряду с этим, метод главных компонент является одним из инструментов, позволяющим сгруппировать переменные по природе их происхождения для получения общей ненаблюдаемой переменной.

В рамках данной работы авторами были выявлены ненаблюдаемые переменные, отражающие влияние различных аспектов (внешние факторы,

спрос и предложение) и произведена количественная оценка их влияния на инфляционные процессы путем построения OLS модели. При этом в качестве дополнительного анализа авторами работы была проведена оценка вклада различных факторов путем добавления в OLS модель различных переменных с дальнейшей группировкой по природе происхождения. Дополнительно была построена модель векторной авторегрессии (VAR) с целью оценки «разложения дисперсии» (variance decomposition) для интерпретации отношений между переменными, описываемых моделью.

Данная работа состоит из нескольких частей. Второй раздел представлен обзором литературы, в котором рассмотрены аналогичные работы других авторов. В третьем разделе описывается методология. Далее представлен раздел обсуждения результатов, в котором авторы работы приводят описание результатов оценки. Выводы и рекомендации данного исследования являются заключительным разделом работы.

2. Обзор литературы

Для получения реалистичного и точного прогноза и анализа инфляции, необходимо соблюдение определенных технических требований. Например, должен быть доступен достаточно большой объем данных, а также должны быть разработаны соответствующие модели для прогнозирования и анализа инфляции.

Изучение инфляции и ее источников в экономике важно, поскольку она играет существенную роль в формировании денежно-кредитной политики, проводимой центральным банком. В исследовании Международного Валютного Фонда (Loungani & Swagel, 2001) было обнаружено, что источники инфляции в развивающихся странах не однородны и различны в зависимости от континента. В частности, отмечается, что факторы инфляции в африканских и азиатских странах разнятся, так как большинство из последних, как правило, имеют более низкие или умеренные уровни средней инфляции. Исследование также показало, что фискальные факторы, которые отражаются в росте денежной массы, корректировках привязки обменного курса в ответ на шоки цен на нефть или ненефтяные товары оказывают значительное влияние.

При этом наиболее важным фактором в этих странах является инерционная составляющая. Это означает, что антиинфляционная политика в развивающихся странах с умеренной или низкой инфляцией должна быть сосредоточена на структурных вопросах, которые влияют на соотношение между прошлой и ожидаемой инфляцией. В странах с более высокими уровнями средней инфляции, например, во многих странах Южной Америки, преобладает значимость фискальных факторов, а инерционная инфляция играет гораздо меньшую роль.

В статье Feldkircher и Tondl (2020) была исследована связь между инфляцией и денежно-кредитной политикой с учетом влияния глобальных факторов. Для этого была оценена модель GVAR и проведена обобщенная

декомпозиция дисперсии ошибки прогноза инфляции и краткосрочных процентных ставок. Анализ показывает, что в странах Центральной, Восточной и Юго-Восточной Европы, а также в странах с развивающейся экономикой глобальные факторы оказывают сдержанное влияние на инфляцию. В развитых странах динамика мировых цен влияет на инфляцию сильнее, объясняя 55 процентов инфляции в долгосрочной перспективе. Рост цен на нефть также, как и обменный курс являются факторами инфляции во всех странах выборки. В нескольких странах с развивающейся экономикой главным фактором инфляции являются решения по денежно-кредитной политике, в особенности в странах, реализующих политику инфляционного таргетирования. Регулирование ставки денежно-кредитной политики имеет свои достоинства и поддерживает стабильность цен в экономике, однако глобализация ограничивает возможности центральных банков. Кроме того, результаты показывают, что факторы спроса являются наименее важным фактором, определяющим инфляцию.

В исследовании «Forecasting local inflation with global inflation» рассматривается ряд моделей для прогнозирования инфляции и утверждается, что существующие экономические модели плохо подходят для прогнозов инфляции в странах с формирующимся рынком (Duncan & Martínez-García, 2015).

Литературу, посвященную методу главных компонент (РСА) для анализа инфляции, можно разделить на два подхода. Первый подход связан с построением альтернативных индикаторов инфляции, основанных на темпах региональной инфляции либо отдельных ее составляющих (услуги, промышленность, продовольствие и т.д.). Предполагается, что информация об общих факторах содержится в массиве региональных темпов инфляции, поэтому главные компоненты выделяют из региональной инфляции. В разрезе регионов Казахстана схожее исследование проведено сотрудниками Национального Банка, которое подтвердило гипотезу о наличии разнородности динамики инфляционных процессов по регионам Казахстана (Тулеев и Сейдахметова, 2017). Несмотря на общую зависимость инфляции от основных факторов, степень и характер влияния этих факторов на инфляцию различается в зависимости от индивидуальных характеристик каждого региона.

В своих исследованиях Marques et al. (1999, 2000, 2001) и Abenoja et al. (2017) на основе метода главных компонент оценивают инфляцию, а также используют первую главную компоненту как индикатор тренда инфляции в Португалии и Филиппинах, соответственно. Полученный в результате новый показатель обладает желательными свойствами индикатора базовой инфляции: менее волатилен по сравнению с общей инфляцией и доступными показателями базовой инфляции. Прокси-показатель базовой инфляции на основе РСА имеет более низкое стандартное отклонение, чем большинство показателей базовой инфляции, даже если исторически волатильные составляющие ИПЦ не исключены из ее оценки.

При использовании второго подхода задействована статистика по большому количеству временных рядов общих для всех регионов макроэкономических показателей (темпы роста денежных агрегатов, изменение валютного курса, темп роста ВВП, номинальная ставка процента и т.д.) и главные компоненты вычисляются из этого массива данных. Аналогичная методика использована и в данном исследовании. Данный метод был ранее предложен в работах Stock и Watson (1998) а также Forni et al. (2000, 2004), в которых исследуются свойства обобщенных динамических факторных моделей, основанных на моделях Sargent и Sims (1977) и Geweke (1977). В серии статей Stock и Watson (1998, 1999, 2002) используют факторные модели для преобразования большого объема макроэкономических данных Соединенных Штатов в отдельные подгруппы факторов, а затем полученные факторы используются для прогнозирования будущих значений макроэкономических рядов, таких как ВВП и инфляция.

Stock и Watson, сравнивая среднеквадратичные ошибки прогнозов – MSE, обнаружили, что этот двухэтапный метод дает прогнозы, которые превосходят результаты других одномерных, двумерных и многомерных эталонных моделей. Данный метод особенно полезен при прогнозировании инфляции.

Forni et al. (2001) и Marcellino, Stock, Watson (2003) используют факторные модели для анализа большого объема данных Европейского региона, а Artis, Banerjee, Marcellino (2002) и Matheson (2006) для прогнозирования экономических и финансовых переменных Соединенного Королевства и Новой Зеландии.

3. Используемые данные и методология

При реализации данного исследования использовались изменения 65 переменных к предыдущему периоду в месячной частотности с января 2011 года по сентябрь 2021 года (Приложение 1). На первом этапе была произведена сезонная очистка всех переменных. Далее, ввиду использования метода главных компонент в качестве инструмента определения ненаблюдаемых переменных все данные были нормализованы и сгруппированы по природе происхождения и влияния на инфляционные процессы.

Анализ главных компонент (РСА) – это инструмент анализа данных, который обычно используется для уменьшения размерности (количества переменных) большого количества взаимосвязанных переменных, сохраняя при этом как можно больше вариации (Kupovac, 2007). РСА вычисляет некоррелированный набор переменных (факторов или главных компонент). Эти факторы упорядочены так, чтобы несколько первых сохранили большую часть дисперсии, присутствующей во всех исходных переменных.

Пусть X – вектор из p случайных величин. Основная идея преобразования главных компонент состоит в поиске нескольких ($<p$) переменных, которые сохранили большую часть вариации, заданной

дисперсией p случайных величин. Пусть случайный вектор $\chi' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ имеет ковариационную матрицу с собственными значениями $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Предположим, у нас есть линейные комбинации $Y_j = \alpha_j' X = \alpha_{j1} X_1 + \alpha_{j2} X_2 + \dots + \alpha_{jp} X_p$ элемента X , где α_j - вектор из p компонент $\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jp}$.

Следовательно,

$$\text{Var}(Y_j) = \alpha_j' \Sigma \alpha_j \quad \text{где } j=1,2,\dots,p \quad (1)$$

$$\text{Cov}(Y_j, Y_k) = \alpha_j' \Sigma \alpha_k \quad \text{где } j, k=1,2,\dots,p \quad (2)$$

Главные компоненты – это те некоррелированные линейные комбинации Y_1, Y_2, \dots, Y_p , с максимально возможной дисперсией (1). При нахождении главных компонент мы ориентируемся на их отклонения. Первый шаг – найти линейную комбинацию $\alpha_1' X$ с максимальной дисперсией, так чтобы:

$$\alpha_1' X = \alpha_{11} X_1 + \alpha_{12} X_2 + \dots + \alpha_{1p} X_p = \sum_{k=1}^p \alpha_{1k} X_k \quad (3)$$

Затем находим линейную комбинацию $\alpha_2' X$, некоррелированную с $\alpha_1' X$ и имеющую максимальную дисперсию, и так далее, чтобы на k -ом этапе была найдена линейная комбинация $\alpha_k' X$, которая имеет максимальную дисперсию и отсутствие корреляции с $\alpha_1' X, \alpha_2' X, \dots, \alpha_{k-1}' X$. Полученная k -ая переменная $\alpha_k' X$ – это k -ый главный компонент, до которого удалось найти p главных компонент, но достаточно остановиться после q -го этапа ($q \leq p$), где большая часть вариации X была учтена в q главных компонентах.

- Дисперсия главного компонента равна собственному значению, соответствующему этому главному компоненту,

$$\text{Var}(Y_j) = \alpha_j' \Sigma \alpha_j = \lambda_j \quad \text{где } j=1,2,\dots,p \quad (4)$$

- Общая дисперсия данных равна общей дисперсии ее главных компонент,

$$\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} = \sum_{j=1}^p \text{Var}(X_j) = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = \sum_{j=1}^p \text{Var}(Y_j) \quad (5)$$

Изначально данные были нормализованы, так чтобы переменные имели одинаковый масштаб, используя стандартный метод нормализации всех данных в нулевое среднее значение и единичное стандартное отклонение. Случайный вектор $\chi' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ преобразован в соответствующие нормализованные переменные

$$Z = \left[Z_j = \frac{X_j - \mu_j}{\sqrt{\sigma_{jj}}} \right] \quad \text{где } j=1,2,\dots,p \quad (6)$$

В матричной записи может быть представлено следующим образом:

$$Z = \left(V^{1/2} \right)^{-1} (X - \mu) \quad (7)$$

Где $V^{1/2}$ – диагональная матрица стандартного отклонения. Следовательно, $Z(E) = 0, \text{Cov}(Z) = \rho$.

Главные компоненты Z могут быть получены из собственных векторов корреляционной матрицы X . Все предыдущие свойства для X применяются и

к Z , так что обозначение Y_j относится к j -ой главной компоненте, а значения (λ_j, α_j) являются парой векторов собственных значений.

j -ая главная компонента нормализованных переменных $Z' = [Z_1, Z_2, \dots, Z_p]$ с $Cov(Z) = \rho$, представлена в виде:

$$Y_j = (V^{1/2})^{-1} (X - \mu), \text{ так чтобы:}$$

$$\sum_{j=1}^p Var(Y_j) = \sum_{j=1}^p Var(Z_j) = P \quad \text{где } j=1, 2, \dots, p \quad (8)$$

В таком случае $(\lambda_1, \alpha_1), (\lambda_2, \alpha_2), \dots, (\lambda_p, \alpha_p)$ – пара векторов собственных значений с условием для p $\lambda_1 \geq \lambda_2 \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Определение главных компонент происходит следующим образом. Матрица нагрузок или собственные вектора – это мера важности измеряемой переменной для данного главного компонента. Предполагая, что все элементы положительны, первый компонент представляет собой средневзвешенное значение переменных, его называют трендом инфляции. Точно также положительные и отрицательные коэффициенты в последующих компонентах можно рассматривать как факторы инфляции.

Вес дисперсии определяет главная компонента лучше всего объясняет исходные переменные. Мера того, насколько хорошо первые q главные компоненты объясняют вариацию Z , представлена в виде:

$$\varpi_q = \frac{\sum_{j=1}^q \lambda_j}{P} = \frac{\sum_{j=1}^q Var(Z_j)}{P}. \quad (9)$$

После получения через PCA основных факторов, объясняющих вариацию инфляции, проводится дальнейшая оценка вклада этих факторов.

В качестве инструмента определения степени влияния и вклада каждой ненаблюдаемой переменной используется метод наименьших квадратов. Данный метод используется для нахождения вкладов полученных q значимых факторов в переменную интереса Y . Явным образом для y_t измеряется линейная зависимость от q значимых факторов $\chi' = [X_1, X_2, \dots, X_q]$, следующее уравнение оценивается с помощью OLS:

$$y_t = \alpha_t + \sum_{i=1}^q \beta_i X_{i,t} + \varepsilon_t \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, q, \quad (10)$$

где полученные $\hat{\beta}_i$ являются предполагаемыми вкладами на единицу изменения соответствующего фактора X_i . Исчерпывающее объяснение основополагающего метода наименьших квадратов можно найти в книге Линника (1962).

Основы векторной авторегрессии и последующей декомпозицией дисперсии описаны в работе Stock и Watson (2005).

Модели векторной авторегрессии имеют следующую форму:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t, \quad (11)$$

где $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})'$ (штрих обозначает транспонирование) – вектор из K наблюдаемых переменных, представляющих интерес, A_i' – это матрицы параметров ($K \times K$), p – порядок запаздывания. В модели VAR (11) все переменные априори эндогенные. Разложение дисперсии помогает интерпретировать модели VAR. Оно представлено следующим образом.

Прогноз на h шагов вперед может быть получен из (1) рекурсивно в виде:

$$y_{t+h} - y_{t+h|t} = A_1 y_{t+h-1|t} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t \quad (12)$$

Здесь $y_{t+j|t} = y_{t+j}$ для $j \leq 0$. Следовательно, ошибка прогноза равна

$$y_{t+h} - y_{t+h|t} = u_{t+h} + \sum_{i=1}^{h-1} \Phi u_{t+h-i} \sim (0, \Sigma_h = \Sigma_u + \sum_{i=1}^{h-1} \Phi_i \Sigma_u \Phi_i'), \quad (13)$$

при условии, что ошибки прогноза имеют нулевое среднее значение и ковариационную матрицу равную Σ_h .

Дисперсия ошибки прогноза k -го элемента прогноза представляется в виде:

$$\sigma_k^2(h) = \sum_{j=0}^{h-1} (\theta_{k1,j}^2 + \dots + \theta_{kk,j}^2) = \sum_{j=0}^{h-1} (\theta_{kj,0}^2 + \dots + \theta_{kj,h-1}^2) \quad (14)$$

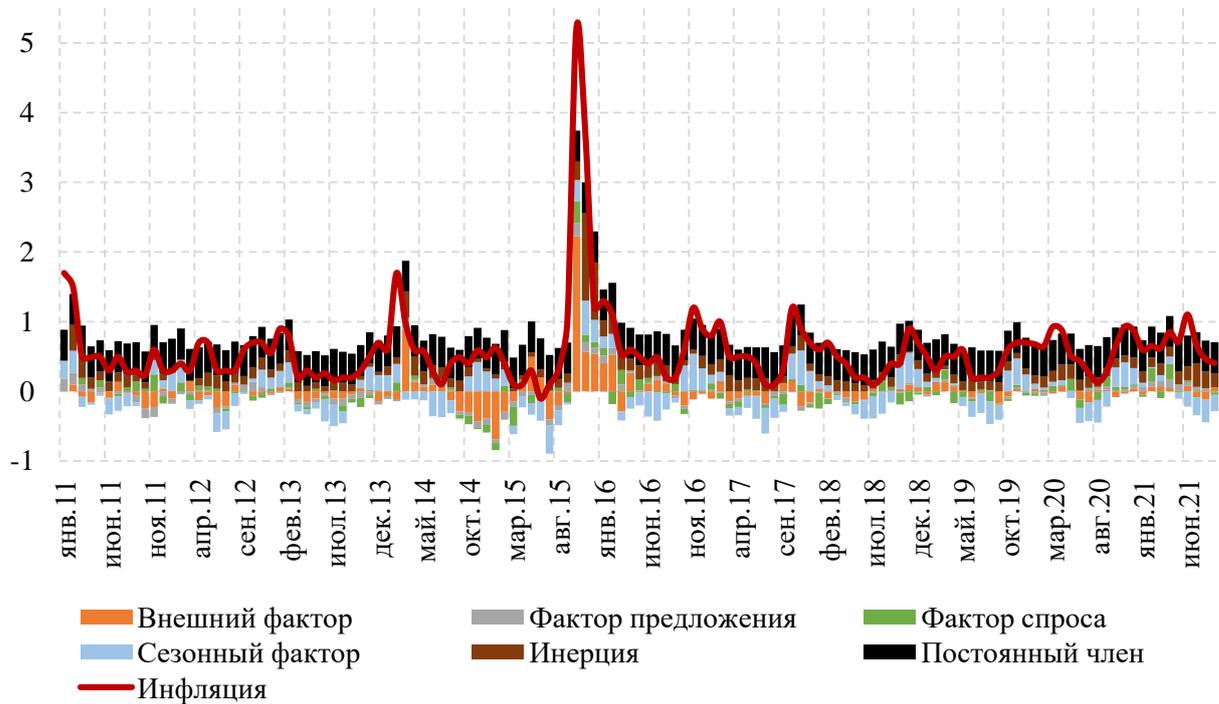
Член $(\theta_{kj,0}^2 + \dots + \theta_{kj,h-1}^2)$ можно интерпретировать как вклад j -ого шока на h -ом шаге в дисперсию ошибки прогноза переменной k . Разделение члена на $\sigma_k^2(h)$ дает процентный вклад шока j в дисперсию ошибки прогноза переменной k на шаге h . Такой подход был предложен Sims (1980) и часто используется и интерпретируются для различных горизонтов прогноза.

4. Обсуждение результатов

В рамках исследования посредством метода главных компонент было получено три ненаблюдаемые переменные: внешний фактор, фактор предложения и спроса. При этом фактор спроса учитывает также влияние монетарной и фискальной политик. Наблюдаемые переменные, используемые для получения факторов, отбирались исходя из принципа максимальной коррелированности с зависимой переменной, в данном случае с показателем инфляции.

Как видно из Рисунка 1, значимый вклад в инфляцию в периоды отсутствия явных шоков вносит постоянный член, инерция и сезонный фактор. В определенные периоды значимого ускорения инфляции, а именно в феврале 2014 года и октябре 2015 года, основной вклад вносил внешний фактор. Действительно, инфляция в данные периоды ускорялась за счет роста импортных цен в условиях переноса динамики обменного курса тенге на внутренние цены.

Вклады ненаблюдаемых переменных, полученных с использованием метода главных компонент в месячную инфляцию

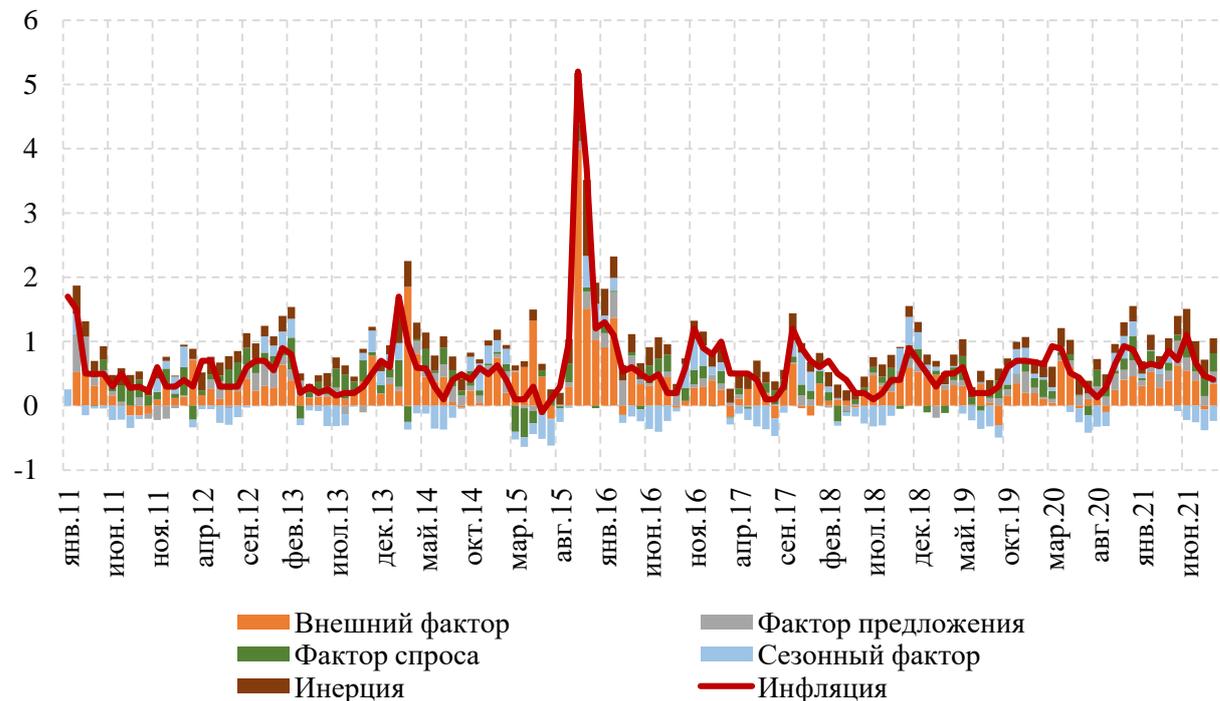


Источник: ФАО ООН, Национальный Банк, БНС АСПиР, ЦБ РФ, расчеты авторов

Влияние остальных ненаблюдаемых переменных на всем анализируемом периоде является сдержанным. При этом, анализируя временной отрезок с начала распространения пандемии, можно отметить, что влияние факторов, спроса и предложения усилилось в сравнении с другими периодами. В тоже время стоит отметить, что, как показало данное исследование, использование метода главных компонент в качестве инструмента выявления и получения ненаблюдаемых переменных не столь эффективно как может показаться на первый взгляд. Данный факт связан с тем, что многие наблюдаемые переменные оказывают влияние разнонаправленно и через разный промежуток времени. Для устранения данного недостатка была построена вторая OLS модель с прямым включением в нее наблюдаемых переменных и дальнейшей разбивкой на факторы по природе происхождения.

Результаты данной модели несколько отличны от результатов модели, полученной при использовании PCA. В модели с использованием группировки переменных отсутствует постоянный член ввиду слабой значимости коэффициентов перед данной переменной (Рисунок 2).

Вклады ненаблюдаемых переменных, полученных с использованием группировки переменных в месячную инфляцию



Источник: ФАО ООН, Национальный Банк, БНС АСПиР, ЦБ РФ, расчеты авторов

Основной вклад в инфляционные процессы на протяжении анализируемого периода вносит внешний фактор, что связано с высокой долей импорта как готового, так и промежуточного. Так, по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан в 2020 году доля импорта в потреблении продовольственных товаров составила 22,1%, непродовольственных товаров – 60,3%. Необходимо отметить, что с 2011 года доля импорта в потребительской корзине остается на одном уровне: около 60% для непродовольственных товаров и 20% для продуктов питания. При этом, большая часть вклада внешних факторов связана с влиянием импорта инфляции из Российской Федерации, как основного торгового партнера. Данная переменная имеет максимальный коэффициент и сильную значимость в уравнении (Приложение 3), что объясняется тесными экономическими связями и высокой долей России в общем импорте – 41,1% за январь-сентябрь 2021 года.

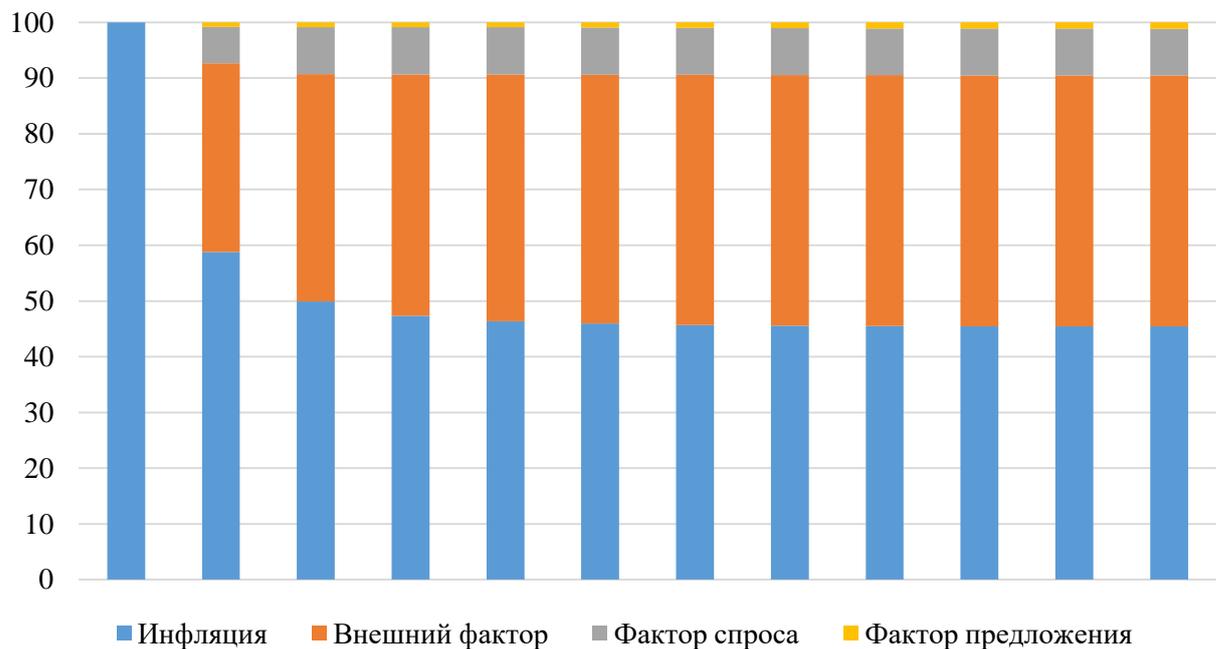
Помимо внешнего фактора значимый вклад вносят сезонный фактор и фактор инерции. Существенный вклад инерционности связан с разнородностью инфляционных процессов. Величина и время ценового изменения в ответ на различные шоки разнятся и зависят от определенного региона, а также определенной торговой точки. В добавок стоит отметить что существенный вклад сезонного фактора и инерционности может косвенно указывать на наличие структурных ограничений и дисбалансов в экономике.

В текущей вариации модели в отличие от модели, которая использует факторы, полученные при помощи PCA, прослеживается более значимый вклад факторов спроса и предложения. В частности, отмечается значимый вклад данных факторов в период с начала пандемии.

В добавок, помимо двух ранее описанных моделей авторами данного исследования была построена VAR модель с целью оценки «разложения дисперсии» (variance decomposition) для интерпретации отношений между переменными, описываемых моделью (Рисунок 3).

Рисунок 3

Вклады ненаблюдаемых переменных, полученных с использованием группировки переменных в месячную инфляцию



Источник: FAO ООН, Национальный Банк, БНС АСПиР, ЦБ РФ, расчеты авторов

Данный инструмент «разлагает» дисперсию ошибки прогноза на вклады от конкретных экзогенных шоков, а также демонстрирует, насколько важен определенный шок для объяснения вариаций переменных в динамике.

Согласно variance decomposition в первый месяц около 100% вариации инфляции связано с шоками самой инфляции. В последующие месяцы вклад инфляции снижается, а вклад факторов в изменение инфляции усиливается довольно быстро. Система становится стабильной примерно через 6 месяцев после шоков, и вклад факторов сохраняется на уровне 55%. При этом большая часть дисперсии (около 44%) объясняется внешними шоками, что снова подтверждает сильную зависимость динамики внутренних цен от мировой конъюнктуры.

5. Выводы и рекомендации для дальнейших исследований

В рамках данной работы были определены ненаблюдаемые факторы и произведена количественная оценка их влияния на инфляционные процессы.

В качестве инструмента получения ненаблюдаемых переменных использовался метод главных компонент. Далее для определения степени влияния и вклада каждой ненаблюдаемой переменной использовался метод наименьших квадратов (OLS). Помимо этого, авторами была построена вторая OLS модель с прямым включением в нее наблюдаемых переменных и дальнейшей разбивкой на факторы по природе происхождения. В добавок, помимо двух ранее описанных моделей авторами данного исследования была построена VAR модель с целью оценки «разложения дисперсии» (variance decomposition) для интерпретации отношений между переменными, описываемых моделью.

Согласно результатам исследования, основной вклад в динамику инфляционных процессов вносят такие факторы как внешний фактор, что связано с высокой долей импорта, а также сезонный фактор и фактор инерции, что косвенно отражает наличие структурных дисбалансов и ограничений. Следует отметить, что существенный вклад инерции согласно исследованию Международного Валютного Фонда (Loungani & Swagel, 2001) присущ многим развивающимся странам. Для искоренения данной проблемы антиинфляционная политика должна быть сосредоточена на структурных вопросах, которые влияют на соотношение ожиданий между прошлой и будущей инфляцией.

При этом в период с начала пандемии две вариации модели продемонстрировали наличие постоянного положительного вклада со стороны спроса и предложения

Подводя итоги, следует отметить сильную зависимость инфляционных процессов от внешних факторов, сезонности и инерционности. Данный факт подтверждает наличие глубоких структурных проблем и недостаточного внутреннего производства. При этом искусственное сдерживание инфляционных процессов посредством административного вмешательства путем установления предельных цен и регулирования рынков в долгосрочной перспективе лишь усугубляет имеющиеся дисбалансы на рынках.

Решение имеющихся проблем возможно путем дерегулирования рынков; косвенной поддержки внутренних производителей путем создания благоприятных и прозрачных условий для ведения бизнеса; введения контрциклического бюджетного правила и синхронизации денежно-кредитной и налогово-бюджетной политик.

6. Список литературы

1. James H. Stock and Mark W. Watson, Forecasting Using Principal Components From a Large Number of Predictors, *Journal of the American Statistical Association*, December 2002;
2. Mr. Prakash Loungani and Mr. Phillip L Swagel, Sources of Inflation in Developing Countries, *IMF Working Papers*, 2001;
3. Feldkircher, M., and Tondl, G., Global Factors Driving Inflation and Monetary Policy: A Global VAR Assessment, *International Advances in Economic Research*, 2020;
4. Duncan, R., and Martínez-García, E., Forecasting local inflation with global inflation: When economic theory meets the facts, *Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper*, 2015;
5. Marques, C. R., and Mota, J. M., Using the asymmetric trimmed mean as a core inflation indicator, *Banco de Portugal, Economics Research Department*, 2000;
6. Machado, J. F., Marques, C. R., Neves, P. D., da Silva, A. G., Using the first principal component as a core inflation indicator, *Banco De Portugal*, 2001;
7. Marques, C. R., Neves, P. D., da Silva, A. G., Why should Central Banks avoid the use of the underlying inflation indicator, *Economics Letters*, 2002;
8. Zeno Ronald R. Abenoja, Joselito R. Basilio, Cherrie F. Ramos, and Joan Christine S. Allon., An Alternative Core Inflation Measure for the Philippines using Principal Components Analysis, *Bangko Sentral ng Pilipinas*, 2017;
9. Forni, M., Hallin, M., Lippi, M., & Reichlin, L., The generalized dynamic-factor model: Identification and estimation, *Review of Economics and statistics*, 2000;
10. Forni, M., Hallin, M., Lippi, M. and Reichlin, L., The generalized dynamic factor model consistency and rates, *Journal of Econometrics*, 2004;
11. Stock, J. H., and Watson, M. W., A comparison of linear and nonlinear univariate models for forecasting macroeconomic time series, 1998;
12. Sargent, T. J., and Sims, C. A., Business cycle modeling without pretending to have too much a priori economic theory. New methods in business cycle research, 1977;
13. Geweke, J., The dynamic factor analysis of economic time series. Latent variables in socio-economic models, 1977;
14. Chan, Y. L., Stock, J. H., and Watson, M. W., A dynamic factor model framework for forecast combination, *Spanish Economic Review*, 1999;
15. Forni, M., and Lippi, M., The generalized dynamic factor model: representation theory, *Econometric theory*, 2001;
16. Marcellino, M., Stock, J. H., and Watson, M. W., Macroeconomic forecasting in the euro area: Country specific versus area-wide information, *European Economic Review*, 2003;
17. Artis, M. J., Banerjee, A., and Marcellino M., Factor forecasts for the UK. *Journal of forecasting*, 2005;
18. Matheson, T. D., Factor model forecasts for New Zealand, 2006;
19. Kunovac, D., Factor model forecasting of Inflation in Croatia, *Financial theory and practice*, 2007;

20. Stock, J. H., and Watson, M. W., Implications of dynamic factor models for VAR analysis, 2005;
21. Sims, C. A., Macroeconomics and reality, *Econometrica: Journal Of The Econometric Society*, 1980;
22. Линник, Ю. В., Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений, *Физматгиз* 1962;
23. Тулеуов, О. и Сейдахметова, Б., Инфляционные процессы в регионах Казахстана: анализ неоднородности инфляционных факторов и модель дезагрегированного прогнозирования инфляции на основе BVAR-подхода. Инфляция в регионах Казахстана, 2017.

7. Приложения

Приложение 1

Список используемых показателей

№	Наименование показателя
1	Индекс продовольственных цен ФАО
2	Индекс цен на мясо ФАО
3	Индекс цен на молочную продукцию ФАО
4	Индекс цен на зерновые ФАО
5	Индекс цен на растительные масла ФАО
6	Индекс цен на сахар ФАО
7	Курс доллара США к тенге
8	Курс российского рубля к тенге
9	Индекс импортных цен
10	Индекс импортных цен потребительских товаров
11	Индекс импортных цен потребительских продовольственных товаров
12	Индекс импортных цен потребительских непродовольственных товаров
13	Индекс потребительских цен в России
14	Индекс потребительских продовольственных цен в России
15	Индекс потребительских непродовольственных цен в России
16	Индекс цен на услуги в России
17	Среднемесячная стоимость нефти марки Brent
18	Индекс потребительских цен в Евросоюзе
19	Индекс потребительских цен в Китае
20	Индекс потребительских цен в США
21	Индекс расходов на личное потребление в США
22	Количество тенге в экономике
23	Денежная база (резервные деньги)
24	Денежная база (в узком выражении)
25	М0 (наличные деньги в обращении)
26	М1
27	М2
28	М3 (денежная масса)
29	Среднемесячное значение TONIA
30	Объем кредитов выданных на потребительские цели
31	Объем кредитов выданных производителю продуктов питания
32	Объем кредитов выданных сельхоз производителям
33	Объем кредитов выданных транспортному сектору
34	Объем кредитов выданных сектору торговли
35	Индекс цен производителей потребительских товаров

36	Индекс цен производителей продуктов питания
37	Индекс цен производителей напитков
38	Индекс цен производителей одежды
39	Индекс цен производителей медикаментов
40	Индекс цен производителей автомобилей
41	Индекс цен производителей мебели
42	Индекс цен производителей электроэнергии
43	Индекс цен производителей бензина
44	Индекс цен производителей дизеля
45	Индекс цен производителей обрабатывающей промышленности
46	Индекс цен производителей
47	Индекс цен производителей в сельском хозяйстве
48	Индекс цен производителей в растениеводстве
49	Индекс цен производителей в животноводстве
50	Индекс цен производителей в транспортном секторе
51	Индекс физического объема обрабатывающей промышленности
52	Индекс физического объема в сельском хозяйстве
53	Товарооборот в розничной торговле
54	Индекс номинальных денежных доходов
55	Индекс реальных денежных доходов
56	Индекс реальных заработных плат
57	Индекс номинальных заработных плат
58	Количество экономически активного населения
59	Расходы бюджета на покупку товаров и услуг
60	Расходы бюджета на заработные платы
61	Расходы бюджета физическим лицам
62	Индекс потребительских цен
63	Индекс потребительских продовольственных цен
64	Индекс потребительских непродовольственных цен
65	Индекс цен на услуги

Результаты модели с PCA

Sample (adjusted): 2011M11 2021M09
Included observations: 119 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CPI_SA(-1)	0.257043	0.061815	4.158255	0.0001
FACTOR_EXTERNAL(-1)	0.218053	0.027155	8.029799	0.0000
FACTOR_MONETARY(-2)	0.048499	0.022591	2.146823	0.0340
FACTOR_SUPPLY	0.037629	0.022539	1.669525	0.0978
FACTOR_FISCAL(-10)	0.048686	0.026804	1.816360	0.0720
FACTOR_DEMAND(-2)	0.041778	0.024086	1.734519	0.0856
C	0.445164	0.046401	9.593907	0.0000
R-squared	0.681860	Mean dependent var		0.595212
Adjusted R-squared	0.664816	S.D. dependent var		0.525566
S.E. of regression	0.304277	Akaike info criterion		0.515263
Sum squared resid	10.36944	Schwarz criterion		0.678741
Log likelihood	-23.65816	Hannan-Quinn criter.		0.581646
F-statistic	40.00763	Durbin-Watson stat		1.595977
Prob(F-statistic)	0.000000			

Результаты модели с группировкой

Sample (adjusted): 2011M06 2021M09
Included observations: 124 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CPI(-1)	0.367634	0.057527	6.390623	0.0000
D_REAL_INCOME(-2)	0.020297	0.007832	2.591465	0.0108
M_CREDIT_CONSUMER(-3)	0.044291	0.018163	2.438553	0.0163
E_CPI_RU	0.531251	0.067453	7.875904	0.0000
E_IMPORT_CONS_PRICES(-1)	0.040869	0.017994	2.271194	0.0250
E_RUB_KZT(-1)	0.069355	0.010117	6.855165	0.0000
E_USD_KZT(-1)	0.051872	0.011597	4.472701	0.0000
S_PPI_CONSUMER_GOODS(-1)	0.133821	0.051278	2.609722	0.0103
S_PPI_AGRICULTURE(-1)	0.032066	0.023743	1.350541	0.1795
M_MONEY_SUPPLY(-5)	0.024980	0.013434	1.859486	0.0655
M_M2X(-4)	0.026571	0.009562	2.778680	0.0064
R-squared	0.714045	Mean dependent var		0.581831
Adjusted R-squared	0.688740	S.D. dependent var		0.588888
S.E. of regression	0.328545	Akaike info criterion		0.696237
Sum squared resid	12.19739	Schwarz criterion		0.946423
Log likelihood	-32.16668	Hannan-Quinn criter.		0.797868
Durbin-Watson stat	1.744188			