



Банк России



ИЮЛЬ 2020

## **Использование ненаблюдаемых переменных в анализе инфляционных рисков**

Аналитическая записка

А. Тишин Р. Хабибуллин

## Содержание

Резюме .....	3
1 Ненаблюдаемые компоненты.....	5
2 Источники неопределенности в данных .....	5
3 Трендовая инфляция .....	6
4 Отклонения от тренда реальных переменных («разрыв выпуска»).....	10
Заключение .....	13
Список литературы .....	14

Банк России, Департамент исследований и прогнозирования

**Александр Тишин**

Email: [tishinav@cbr.ru](mailto:tishinav@cbr.ru)

**Рамис Хабибуллин**

Email: [khabibullinra@cbr.ru](mailto:khabibullinra@cbr.ru)

Все права защищены. Содержание настоящей записки выражает личную позицию авторов и может не совпадать с официальной позицией Банка России. Банк России не несет ответственность за содержание записки. Любое воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Фото на обложке: [Shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)

**Адрес** 107016, Москва, ул. Неглинная, 12  
**Телефоны** +7 495 771-91-00, +7 495 621-64-65 (факс)  
**Сайт** [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

© Центральный банк Российской Федерации, 2020

## Резюме

В данной аналитической записке мы приводим обзор результатов, полученных в серии работ сотрудников Банка России, посвященных изучению свойств моделей с ненаблюдаемыми компонентами, которые часто используются в анализе инфляционных рисков и при прогнозировании инфляции.

Под ненаблюдаемыми компонентами в данной записке понимаются экономические показатели, которые не могут наблюдаться напрямую в данных статистики, но могут быть оценены с помощью эконометрических методов. Такими индикаторами являются, например, «трендовая инфляция» и «разрыв выпуска». Эти ненаблюдаемые компоненты могут использоваться в модельных расчетах в рамках подготовки решений по денежно-кредитной политике. При использовании оценок ненаблюдаемых переменных на практике важно выбрать критерий качества таких оценок, который позволил бы сравнить оценки, получаемые с использованием ненаблюдаемых показателей.

Важным критерием качества ненаблюдаемых компонент является проверка того, позволяют ли они хорошо прогнозировать наблюдаемые показатели. Так, например, с точки зрения анализа вариантов реализации денежно-кредитной политики центрального банка первоочередной интерес представляет прогноз инфляции. Поэтому при оценке моделей с ненаблюдаемыми компонентами важно анализировать их прогнозную способность в реальном времени, а не на ретроспективных данных.

Полученные в работах оценки показывают, что использование такого ненаблюдаемого показателя, как разрыв выпуска (отклонения реальных макроэкономических показателей от своих трендов), не улучшает качество прогнозов инфляции, рассчитанных для России за период 2008–2017 гг., по сравнению с наблюдаемыми показателями. Тем не менее из этого эмпирического результата нельзя делать вывод о том, что показатель разрыва выпуска бесполезен в экономических моделях. В частности, безотносительно прогностических характеристик индикатор разрыва выпуска на ретроспективе может быть важен при структурировании описания различных каналов функционирования трансмиссионного механизма в теоретических моделях, которые могут быть использованы для структурного анализа. Например, разделение выпуска на трендовую и циклическую компоненты присутствует в теоретических DSGE-моделях, которые используются в том числе и в Банке России, являясь удобным обобщающим показателем для целого набора модельных шоков (см. препринты [3; 4]).

Другой ненаблюдаемый показатель — показатель трендовой инфляции в России, оцененный с помощью динамических факторных моделей, на периоде 2005–2017 гг. продемонстрировал полезные свойства при прогнозировании инфляции. Однако обнаружилось, что в периоды дезинфляции (то есть снижения долгосрочного среднего

значения темпов инфляции) прогнозная сила показателя трендовой инфляции заметно уменьшается. Эти выводы были сделаны на основе как эмпирических результатов для российской экономики за последние несколько лет, так и экспериментов методом Монте-Карло [2]. Последние подтвердили уязвимость стандартных динамических факторных моделей к нестационарным шокам (перманентному снижению среднего значения) в динамике темпов инфляции.

Отдельно подчеркнем, что практическое использование таких ненаблюдаемых показателей, как разрыв выпуска и трендовая инфляция, в анализе вариантов проведения денежно-кредитной политики центральным банком должно дополняться пониманием текущей ситуации. Важно также понимать баланс структурных и циклических факторов, которые определяют динамику производства и цен в экономике. Для этого требуется анализ широкого спектра макроэкономических показателей, включая показатели инфляции, разными методами.

Например, общепринятые модельные подходы к оценке показателей разрыва выпуска и трендовой инфляции зачастую оказываются несостоятельными в условиях происходящих в экономике структурных изменений. Поэтому при оценке ненаблюдаемых переменных нужно понимать, как модели реагируют на структурные сдвиги, и, в частности, отличают ли они их от временных шоков. Так, рассчитанный нами показатель трендовой инфляции для России сгладил шок 2014–2015 гг. (рисунок 1), частично исключив временную составляющую всплеска инфляции в указанный период. Однако последствия этого шока оставались в оценке трендовой инфляции в последующие пять лет в связи с расчетом показателя на фиксированном пятилетнем скользящем окне.

Приведенный выше пример наглядно показывает, что при формировании макроэкономического прогноза в целях разработки вариантов реализации денежно-кредитной политики нужно предельно аккуратно интерпретировать динамику ненаблюдаемых показателей. Оценки таких показателей, с одной стороны, по своей природе сопряжены с высокой неопределенностью, а с другой стороны, становятся ненадежными в периоды существенных структурных сдвигов или масштабных временных шоков. Поэтому целесообразно применять и сравнивать между собой разные модели, с использованием и без использования ненаблюдаемых показателей либо пытаться оценивать трендовую инфляцию методами, которые позволяют делать поправку на значительные разовые структурные шоки.

## 1. Ненаблюдаемые компоненты

В экономической литературе модели с ненаблюдаемыми компонентами активно используются в задачах прогнозирования. Для прогнозирования среднесрочной динамики инфляции при этом часто применяются показатели трендовой инфляции, то есть обычной инфляции после очистки от сезонных и краткосрочных факторов, на которые оказывает воздействие денежно-кредитная политика. В свою очередь, для прогнозирования реальной деловой активности<sup>1</sup> часто используется показатель разрыва выпуска, определяемый как отклонение фактического ВВП от потенциального. Аналогичным образом могут определяться и другие переменные<sup>2</sup>.

Однако и трендовая инфляция, и другие отклонения от тренда (включая разрыв выпуска) являются ненаблюдаемыми компонентами: ни один из этих показателей нельзя измерить явным образом. В экономической литературе были разработаны статистические методы выделения трендовой инфляции из фактически наблюдаемой инфляции и декомпозиции реальных переменных на трендовую и циклическую компоненты (например, разложения ВВП на потенциальный уровень выпуска и разрыв выпуска). За любой оценкой ненаблюдаемых переменных должна лежать некоторая теоретическая основа, позволяющая понимать, какую именно компоненту требуется получить из наблюдаемых переменных. Например, потенциальный уровень выпуска должен отражать долгосрочный равновесный уровень выпуска, а разрыв выпуска — отклонение от него. В идеале все изменения потенциального уровня выпуска должны отражать колебания выпуска, связанные с неинфляционными шоками (иногда называемые шоками совокупного предложения), в то время как положительный разрыв выпуска отражает рост выпуска под влиянием проинфляционных шоков (шоков «спроса»).

## 2. Источники неопределенности в данных

Стоит отметить, что на практике существует множество эмпирических способов выделения как трендовой инфляции, так и отклонения от тренда реальных переменных. На этом фоне появляются источники неопределенности, которые влияют на достоверность оценок ненаблюдаемых переменных.

---

<sup>1</sup>В литературе существует огромное число способов определения реальной деловой активности, но в рамках данной записки мы ограничиваемся рассмотрением одного из них — циклической компоненты реальных показателей.

<sup>2</sup>Например, циклическая безработица, определяемая как отклонение фактической безработицы от NAIRU. NAIRU (Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment) — «естественный уровень безработицы», отклонение от которого приводит к изменению инфляции. Более подробное описание возможных способов определения «циклических компонент реальных переменных» можно найти в работе [6].

*Во-первых*, разные методы могут дать совершенно разную динамику ненаблюдаемых компонент. По этой причине прогнозные свойства этих компонент для каждого из методов могут значительно отличаться. В результате возникает задача тестирования прогнозных свойств различных оценок трендовой инфляции. Более того, некоторые методы идентификации ненаблюдаемых компонент основаны на неочисляемых параметрах<sup>3</sup>, то есть их значения задаются достаточно произвольно, и в зависимости от значения таких параметров оценка может значительно отличаться.

*Во-вторых*, многие статистические агентства регулярно пересматривают публикуемую статистику. Таким образом, для оценки ненаблюдаемых компонент в последней точке мы фактически используем «неправильные» данные, поскольку в будущем весьма вероятно, что их значения будут пересмотрены в официальной статистике. При этом в экономике могут также происходить структурные сдвиги, такие как периоды дезинфляции после 2014 года. Подобные события могут значимо влиять на динамику ненаблюдаемых компонент и приводить к смещенным прогнозам. Другими словами, при добавлении новых данных оценки ненаблюдаемых компонент за предыдущие периоды тоже могут изменяться, что вызывает вопросы о точности этих оценок в последних точках выборки. Такие проблемы связаны с краевыми эффектами, описанными в книге [1].

*В-третьих*, оценки ненаблюдаемых компонент зависят от выборки, на которой они были сформированы. Например, оценка трендовой инфляции для февраля 2019 г., посчитанная в январе 2019 г., может значительно отличаться от оценки трендовой инфляции для февраля 2019 г., посчитанной в январе 2020 года. Это может происходить не только из-за пересмотра данных статистики, но и из-за особенностей методов выделения ненаблюдаемых компонент<sup>4</sup>.

### 3. Трендовая инфляция

Существует несколько подходов для выделения трендовой инфляции из данных:

1. На основе метода исключения (из потребительской корзины исключаются определенные компоненты, обычно высоковолатильные компоненты (такие как цены на топливо), с выраженной сезонностью (цены на овощи и фрукты), регулируемые цены (цены на ЖКХ, алкогольную продукцию). Далее оставшиеся компоненты перевзвешиваются, чтобы представлять 100% новой корзины ИПЦ.
2. На основе перевзвешивания ИПЦ (с весами обратно пропорциональными исторической волатильности месячной инфляции в некотором скользящем окне).

<sup>3</sup>Например, параметр сглаженности  $\lambda$  в фильтре Ходрика-Прескотта.

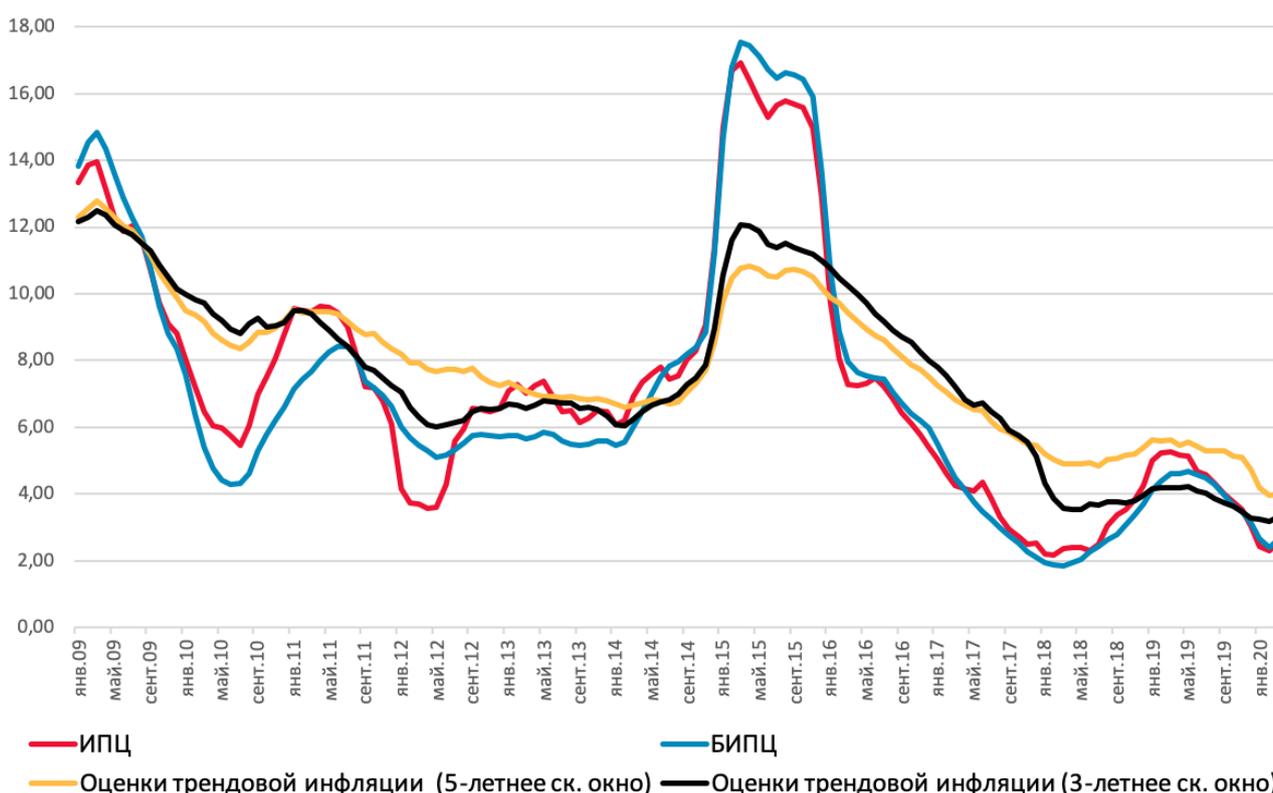
<sup>4</sup>Например, некоторые фильтры (такие, как двусторонний фильтр Ходрика-Прескотта) из-за особенностей своего построения дают смещенные оценки на концах выборки.

3. На основе метода усечения (отсекается часть эмпирического распределении компонент месячного ИПЦ, которая в наибольшей мере может относиться к изменению относительных цен, обычно отсекаются компоненты ниже 25 и 75 перцентиля распределения).
4. На основе модельных расчетов (например, с помощью динамических факторных моделей, в которых трендовая инфляция выделяется с помощью фильтров).

Детали применения каждого из этих методов описаны в работах [2; 5].

В статье [5] представлены как результаты оценки самой трендовой инфляции различными способами, так и проверка свойств, по которым можно сделать вывод о релевантности того или иного способа оценки трендовой инфляции. Основная цель данной работы заключалась в том, чтобы получить первоначальное представление о способностях различных методов оценки трендовой инфляции прогнозировать фактическую будущую инфляцию. Полученные оценки показывают, что трендовая инфляция может объяснять около 40% дисперсии фактической инфляции. При этом показатели трендовой инфляции тесно связаны с фундаментальными показателями. Например, годовые темпы роста широкой денежной массы и разрыв выпуска способны объяснить до 80% темпов роста трендовой инфляции, что является высоким показателем тесноты связи. В результате авторы приходят к выводу, что трендовая инфляция, оцененная с помощью динамических факторных моделей, показывает наилучшие результаты.

**Рисунок 1.** Динамика ИПЦ, БИПЦ и исторические оценки трендовой инфляции Банка России, % г/г



На рисунке 1 показаны оценки трендовой инфляции, индекса потребительских цен (ИПЦ) и базового индекса потребительских цен (БИПЦ). Показатель трендовой инфляции рассчитывается на скользящем пятилетнем периоде и трехлетнем периоде на основе методов, предложенных в работе [5]. Из этого рисунка видно, что трендовая инфляция может быть информативной для целей денежно-кредитной политики. Так, трендовая инфляция после кризиса 2008 г. замедлилась вместе с фактической инфляцией, а в период 2010–2012 гг. осталась относительно стабильной в отличие от фактической инфляции. Это указывает на то, что колебания инфляции в этот период были преимущественно связаны с действием временных факторов.

В другой статье [2] авторы исследовали прогнозные способности различных способов оценки трендовой инфляции в периоды дезинфляции. Была оценена нестационарная динамическая факторная модель для 43 компонентов индекса потребительских цен (ИПЦ), на ее основе были сгенерированы искусственные временные ряды. Цель данной симуляции — получить для анализа большее число периодов дезинфляции, чем фактически наблюдалось на истории, и в дальнейшем протестировать прогнозные свойства оценок трендовой инфляции в эти периоды. Выбор нестационарной динамической факторной модели обусловлен тем, что в нее можно включать нестационарные компоненты, рассматривать для них векторную модель коррекции ошибок и получать оценки общих трендов для части используемых факторов<sup>5</sup>.

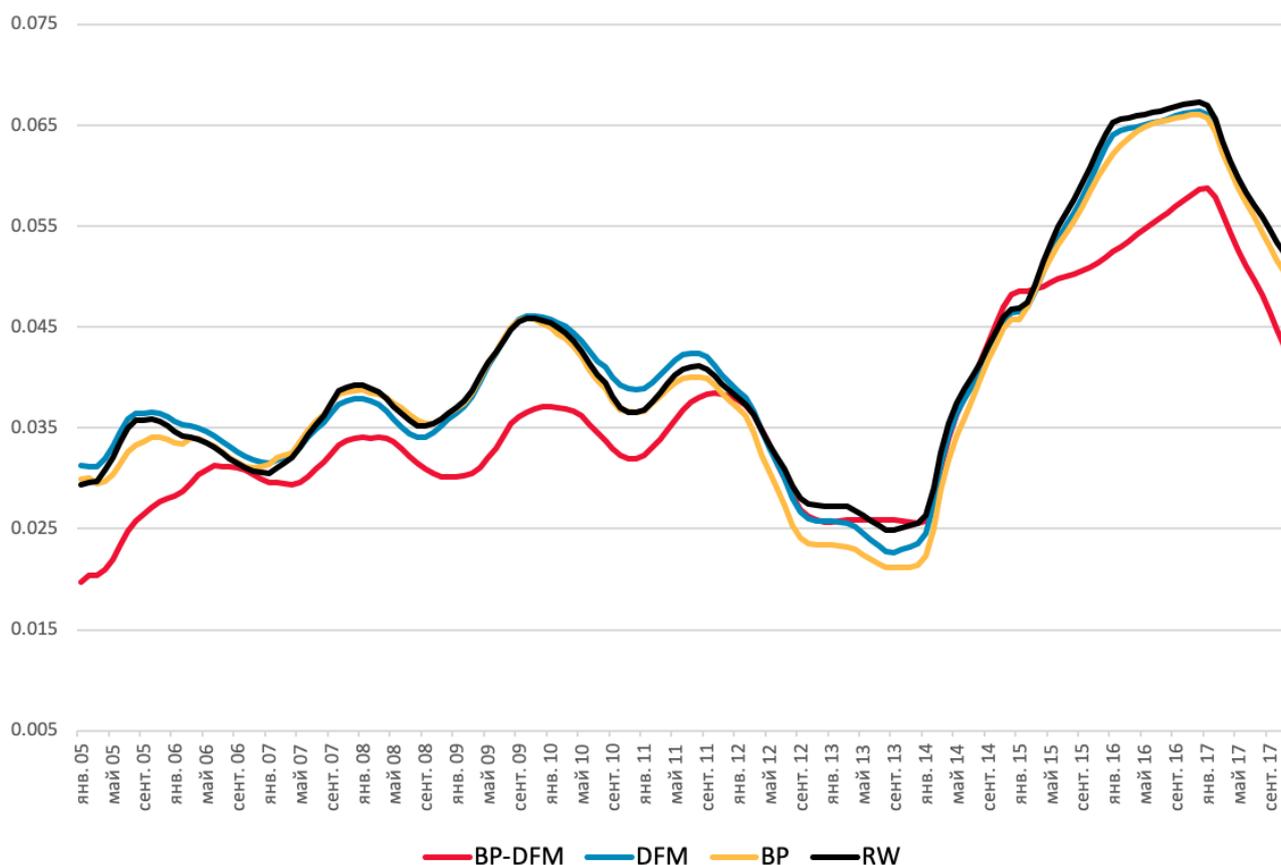
После получения достаточно большого числа симулированных данных из них были выбраны только те, которые обладают следующими свойствами:

- 1) в симулированных рядах должны наблюдаться периоды дезинфляции, то есть периоды снижения темпов роста цен;
- 2) инфляция большинства отдельных компонент ИПЦ в среднем должна быть не выше, чем в фактических данных;
- 3) агрегированный показатель ИПЦ должен изменяться только в диапазоне от 0 до 10%.

Аналогично результатам, представленным в статье [5], оценки трендовой инфляции, полученные на основе динамической факторной модели с применением спектрального фильтра, показывают лучшие результаты для прогнозов как на исторических данных, так и на симулированных. Стоит отметить, что в периоды дезинфляции качество прогнозов по всем моделям заметно ухудшается, но динамические факторные модели по-прежнему показывают наилучшие результаты из всех рассмотренных.

---

<sup>5</sup>Факторами в рамках динамической факторной модели называют ненаблюдаемые компоненты, которые объясняют часть общей динамики фактических переменных.

**Рисунок 2.** Среднеквадратические ошибки прогнозов на трехлетних подвыборках

В качестве даты указано последнее наблюдение по трехлетней подвыборке.

На рисунке 2 показаны скользящие среднеквадратические ошибки прогнозов на трехлетних подвыборках. Красная линия — это ошибка прогноза бенчмарк-модели оценки трендовой инфляции на основе динамической факторной модели с применением спектрального фильтра (BP-DFM). Синяя линия — это ошибка прогноза модели оценки трендовой инфляции на базе динамической факторной модели без спектрального фильтра (DFM). Желтая — ошибка прогноза модели, построенной исключительно на основе спектрального фильтра (BP). Помимо проверки отдельных показателей трендовой инфляции, авторы также оценили ошибки прогнозов, используя фактически наблюдаемые темпы роста ИПЦ в качестве прогнозных значений ИПЦ на последующие 12 месяцев (RW).

Результаты показывают, что прогнозная сила показателя трендовой инфляции, оцененной с помощью BP-DFM модели, показала наилучшие результаты с точки зрения значений среднеквадратической ошибки на всем временном интервале. Однако в целом в период дезинфляции прогнозная сила всех показателей трендовой инфляции заметно падает (среднеквадратические ошибки заметно увеличиваются в 2015–2016 гг. по сравнению с предыдущими периодами)<sup>6</sup>. Вместе с тем безотносительно каких-

<sup>6</sup>Стоит отдельно отметить, что в препринте [5] тестировалось изменение среднего значения трендовой инфляции, и не затрагивался вопрос роли волатильности трендовой инфляции в прогнозных моде-

либо формальных статистических критериев к оценкам трендовой инфляции, как уже упоминалось выше, нужно с особой осторожностью относиться и в периоды ускорения инфляции, которые происходят на фоне структурной перестройки экономики. Об этом свидетельствует завышение динамики трендовой инфляции по методам построения в течение нескольких лет после исчерпания последствий шока 2014–2015 гг. в российской экономике.

## 4. Отклонения от тренда реальных переменных («разрыв выпуска»)

Разрыв выпуска определяется как отклонение фактического уровня выпуска от его потенциального уровня. Однако в силу того, что потенциальный уровень выпуска невозможно напрямую измерить, существует ряд способов его оценки (и, как следствие, оценки разрыва выпуска):

- 1) на основе различных фильтров (например, с помощью применения к ряду фактического выпуска фильтра Ходрика-Прескота);
- 2) на основе оценки производственной функции (используется определенная спецификация производственной функции, зависящей от факторов производства, для оценки потенциального выпуска);
- 3) на основе оценки структурных и неструктурных моделей (например, с использованием структурных моделей<sup>7</sup> с долгосрочными ограничениями или полуструктурных моделей общего равновесия<sup>8</sup>).

Аналогичные проблемы возникают и с оценкой разрывов других реальных переменных, таких как безработица, индекс промышленного производства и так далее. В статье [6] исследуются прогнозные свойства различных оценок разрыва реальных переменных, определяемых в рамках эконометрических моделей пространства состояний<sup>9</sup>. В рамках этого класса моделей отклонение от тренда реальных переменных оценивалось одновременно с уравнением инфляции, включающей отклонение от тренда реальных переменных как объясняющую переменную.

---

лях. Однако если в результате дезинфляции волатильность трендовой инфляции снижается быстрее, чем волатильность идиосинкратических факторов, то это может стать еще одной потенциальной причиной ухудшения прогностических свойств показателя трендовой инфляции.

<sup>7</sup>Таких, как структурные векторные авторегрессии (SVAR).

<sup>8</sup>Например, квартальная прогнозная модель (QPM) Банка Канады [7].

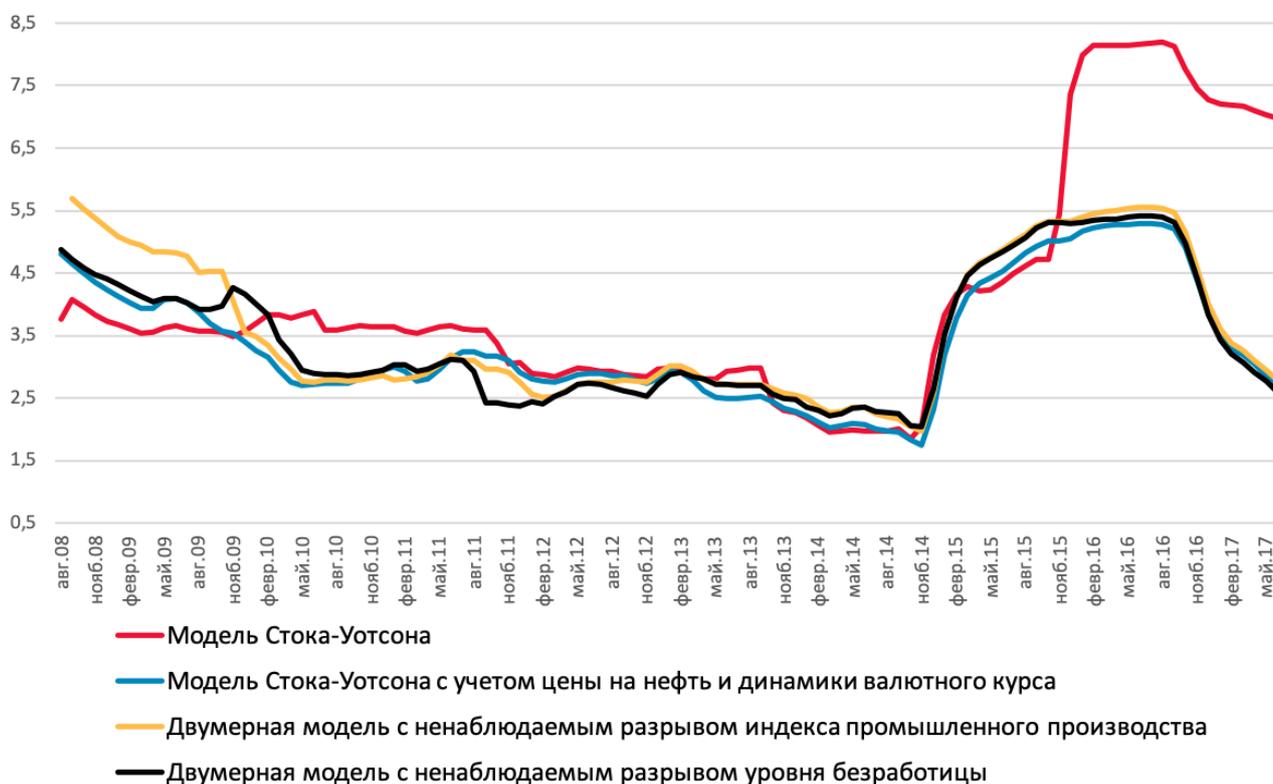
<sup>9</sup>Спецификация моделей пространства состояний предполагает, что наблюдаемые переменные в текущий момент времени зависят от ненаблюдаемых компонент в текущий момент времени (уравнение наблюдаемых переменных). Одновременно с этим моделируется динамика ненаблюдаемых компонент как функция от их предыдущих значений (уравнение ненаблюдаемых состояний).

Уравнение инфляции моделируется как зависимость текущей инфляции от ее тренда, разрыва реальных переменных (включая разрыв выпуска) и других экзогенных переменных (например, цены на нефть, изменение валютного курса и так далее) при добавлении регуляризации (в некоторых спецификациях). Уравнение используется для условного прогноза реальной инфляции, имея только информацию, которая доступна на момент прогноза.

В рамках рассмотренных моделей реальные переменные раскладываются на трендовую компоненту и отклонение от тренда (разрыв). В работе рассматриваются различные спецификации этого разложения на квартальных и месячных данных<sup>10</sup>.

В результате проведенного анализа нет оснований говорить о значимом улучшении качества прогноза инфляции при использовании показателя разрыва выпуска на временном горизонте от одного месяца до года. Статистические данные со временем существенно пересматриваются, что говорит о ненадежности оценок разрыва выпуска в реальном времени, то есть в момент составления прогноза. Более того, различная природа кризиса 2008 г. и рецессии 2014 г. и наличие структурных сдвигов в экономике (например, в 2014 г.) влияют на оценку параметров моделей и, как результат, на качество прогнозов.

**Рисунок 3.** Скользящие среднеквадратичные ошибки прогнозов на месячных данных на двухлетних подвыборках.



*В качестве даты указано последнее наблюдение по двухлетней подвыборке.*

<sup>10</sup>Поскольку не существует месячных рядов ВВП, в моделях месячной инфляции разрыв ВВП не включался, однако он присутствует в моделях квартальной инфляции.

В качестве примера рассмотрим модели месячной инфляции. На рисунке 3 показаны скользящие среднеквадратические ошибки прогнозов для некоторых из оцененных моделей. Красная линия — это модель Стока-Уотсона [8], в которой не учитывается разрыв выпуска, синяя линия — это та же модель, но с добавлением экзогенных переменных (цены на нефть и динамики валютного курса). Желтая линия отражает уже двумерную модель, в которую включены разрыв выпуска и индекс промышленного производства. Черная линия — это модель с разрывом выпуска и уровнем безработицы.

Из рисунка 3 видно, что модели с разрывом выпуска (синяя и желтая линии) не улучшают прогнозы по сравнению с моделями без разрыва выпуска (среднеквадратические ошибки примерно одинаковы). Отметим, что при сравнении с более стандартными способами оценки разрыва выпуска, такими как фильтр Ходрика-Прескотта, результаты не менялись. Более подробное описание прогнозных свойств моделей квартальных данных можно найти в препринте [6].

Отметим, что использование такого ненаблюдаемого показателя, как разрыв выпуска, представляется важной составляющей экономического анализа, несмотря на то, что данный показатель не позволил повысить качество прогнозов по инфляции при оценке на российских данных. При использовании в моделях, имеющих под собой обстоятельно проработанную теоретическую основу, разрыв выпуска позволяет содержательно описывать происходящие изменения в экономике. В таких теоретических моделях основными источниками инфляции служат модельные шоки, однако сам разрыв выпуска является полезным обобщающим показателем для такого рода шоков.

## Заключение

В настоящей аналитической записке дан краткий обзор работ об оценке ненаблюдаемых компонент для российской экономики. В работах были оценены показатели трендовой инфляции и разрыва выпуска для российской экономики, а также протестированы прогнозная способность этих ненаблюдаемых компонент.

Согласно имеющимся на текущий момент оценкам на данных за 2008–2017 гг., рассчитываемый нами показатель трендовой инфляции может объяснить около 40% дисперсии фактической инфляции, в то время как изменение денежной массы и разрыв выпуска объясняют около 80% вариации самой трендовой инфляции. *С одной стороны*, это говорит об удовлетворительных прогнозных свойствах и эмпирическом подтверждении связи с фундаментальными факторами. *С другой стороны*, в периоды дезинфляции прогнозная сила моделей с использованием трендовой инфляции ухудшается.

В свою очередь, использование показателя разрыва выпуска не позволяет лучше прогнозировать инфляцию по сравнению с методами, основанными на использовании наблюдаемых статистических показателей. В значительной степени это может объясняться переоценкой ненаблюдаемых компонент при выходе новой макроэкономической статистики, пересмотрами уже вышедшей статистики, а также происходящими в экономике структурными изменениями.

Стоит отметить, что общая проблема большинства общепринятых подходов к оцениванию ненаблюдаемых показателей связана с неспособностью в полной мере уловить структурные сдвиги. Модели, используемые для оценки ненаблюдаемых компонент, могут не отличать должным образом структурный сдвиг от временного шока. В случае сопряженных со структурными сдвигами разовых шоков ненаблюдаемые показатели могут сглаживать влияния этого шока. Однако важно, чтобы влияние таких разовых шоков не оказывало влияние на будущие оценки ненаблюдаемых переменных. Поэтому, *с одной стороны*, при прогнозе инфляции и анализе вариантов реализации денежно-кредитной политики целесообразно применять и сравнивать между собой разные модели с использованием и без использования ненаблюдаемых показателей. *С другой стороны*, принятие решений по денежно-кредитной политике должно основываться на оценках как ненаблюдаемых, так и наблюдаемых показателей. Это объясняется методологическими проблемами при оценке ненаблюдаемых показателей, сопряженной с ними статистической неопределенностью, а также возможностью извлечения большого объема информации относительно разрыва выпуска и фундаментального инфляционного давления из наблюдаемых в официальной статистике показателей.

## Список литературы

1. Бессонов В. Введение в анализ российской макроэкономической динамики переходного периода // Институт экономики переходного периода. — 2003 год.
2. Дерюгина Е., Пономаренко А. Дезинфляция и надежность показателей трендовой инфляции // Серия докладов об экономических исследованиях №44, Банк России. — 2019 год.
3. Крепцев Д., Селезнев С. DSGE-модели российской экономики с малым количеством уравнений // Серия докладов об экономических исследованиях №12, Банк России. — 2016 год.
4. Крепцев Д., Селезнев С. DSGE-модель российской экономики с банковским сектором // Серия докладов об экономических исследованиях №27, Банк России. — 2017 год.
5. Оценка свойств показателей трендовой инфляции для России / Е. Дерюгина, А. Пономаренко, А. Синяков, К. Сорокин // Серия докладов об экономических исследованиях №4, Банк России. — 2015 год.
6. Khabibullin R. What measures of real economic activity slack are helpful or forecasting Russian inflation? // Working paper series, No. 50, Bank of Russia. — 2019.
7. Poloz S. S., Rose D., Tetlow R. The Bank of Canada's new quarterly projection model (QPM): An introduction // Bank of Canada Review. — 1994. — Autumn. — P. 23–38.
8. Stock J. H., Watson M. W. Why has US inflation become harder to forecast? // Journal of Money, Credit and Banking. — 2007. — Vol. 39. — P. 3–33.