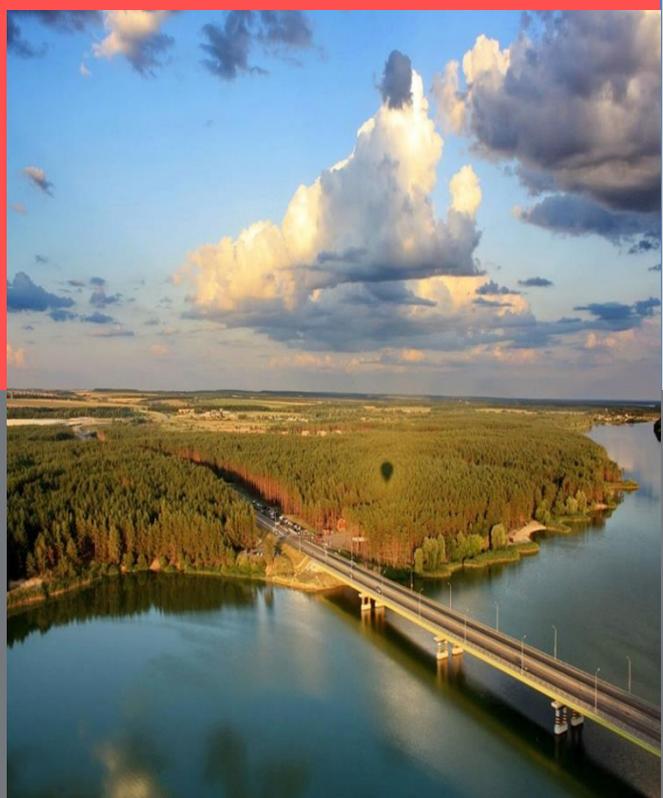




Банк России



**Оценка разрыва и потенциального выпуска  
с учетом финансовых условий  
по данным опросов Банка России  
на примере ЦФО**

Серия докладов об экономических исследованиях

№ 155 / август 2025

Д. Янышев

И. Коршунов

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕЗЮМЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
2. ДАННЫЕ И ПРЕДОБРАБОТКА.....	7
3. ОЦЕНКА РАЗЫВА И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЫПУСКА.....	8
Статистическая оценка потенциального выпуска ЦФО с помощью HP-фильтра ....	8
Оценка разрыва и потенциального выпуска ЦФО с помощью модели ненаблюдаемых компонент .....	9
Эксперименты с моделью ненаблюдаемых компонент .....	16
4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОК И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЫПУСКА.....	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	20
ЛИТЕРАТУРА.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ. Декомпозиция факт-тренд некоторых переменных модели .....	22

**Дмитрий Янышев**

Банк России, Главное управление по Центральному федеральному округу

E-mail: [lan@mail.cbr.ru](mailto:lan@mail.cbr.ru)

**Иван Коршунов**

Банк России, Главное управление по Центральному федеральному округу

E-mail: [lan@mail.cbr.ru](mailto:lan@mail.cbr.ru)

Авторы выражают признательность Вадиму Тарасову, Анастасии Скуратовой и Олегу Крыжановскому за оказанное содействие и сотрудничество.

Серия докладов об экономических исследованиях Банка России проходит процедуру анонимного рецензирования членами Консультативного совета Банка России и внешними рецензентами.

Содержание настоящего доклада по экономическим исследованиям отражает личную позицию авторов. Результаты исследования являются предварительными и публикуются с целью стимулировать обсуждение и получить комментарии для возможной дальнейшей доработки материала. Содержание и результаты исследования не следует рассматривать, в том числе цитировать в каких-либо изданиях, как официальную позицию Банка России или указание на официальную политику или решения регулятора. Любые ошибки в данном материале являются исключительно авторскими.

Все права защищены. Воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Фото на обложке: Shutterstock/FOTODOM

107016, г. Москва, ул. Неглинная, 12, к. В

Тел.: +7 495 771-91-00

Официальный сайт Банка России: [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

© Центральный банк Российской Федерации, 2025

## РЕЗЮМЕ

Исследование посвящено разработке методологии оценки потенциального выпуска и разрыва выпуска на примере Центрального федерального округа России. В работе предложен комплексный подход, сочетающий метод усреднения региональных оценок с использованием ансамбля моделей, учитывающих данные мониторинга предприятий Банка России, финансовые условия и особенности формирования капитала. Особое внимание уделяется проблеме измерения ненаблюдаемых экономических показателей.

Основные результаты исследования демонстрируют, что оценки разрыва выпуска, полученные разными методами (фильтр Ходрика – Прескотта, модель ненаблюдаемых компонент и Квартальная прогнозная модель), показывают схожие траектории. Это подтверждает надежность выводов и позволяет идентифицировать ключевые периоды экономической динамики: перегрев экономики в 2021 г. и 2023–2024 гг., а также рецессию во время COVID-кризиса.

Авторы отмечают значимость факторов рынка труда и загрузки производственных мощностей в объяснении текущего экономического перегрева. При этом подчеркивается, что исторический рост ВРП ЦФО до 2023 г. в значительной степени обеспечивался инвестициями в основной капитал.

Методологическая ценность работы заключается в разработке модели ненаблюдаемых компонент на основе производственной функции Кобба – Дугласа, которая обеспечивает высокую интерпретируемость результатов за счет включения структурных уравнений. Практическая значимость исследования состоит в том, что Банк России может использовать предложенный подход для проведения контрциклической денежно-кредитной политики.

Исследование представляет особый интерес для экономистов, аналитиков и политиков, занимающихся вопросами регионального экономического развития и денежно-кредитного регулирования. Используемый в работе методологический аппарат может быть адаптирован для анализа других макрорегионов России.

**Ключевые слова:** разрыв выпуска, потенциальный выпуск, валовой региональный продукт, HP-фильтр, фильтр Калмана, факторная декомпозиция, региональный анализ.

**JEL-классификация:** E22, E23, E24, E27, E31, E32, E37.

## ВВЕДЕНИЕ

Концепция потенциального выпуска широко используется в экономической науке как один из способов оценки конъюнктуры относительно экономического цикла играет важную роль в проведении государственной экономической политики. Банк России, проводя контрциклическую денежно-кредитную политику (ДКП), может использовать оценки разрыва выпуска для формирования суждений о том, находится экономика в состоянии перегрева или рецессии.

Цель доклада – разработка подхода к оценке и анализу потенциального выпуска на примере Центрального федерального округа России. Новизна исследования состоит в применении метода усреднения оценок потенциального выпуска на региональных данных, равно как и использование ансамбля моделей при анализе, учитывающих данные мониторинга предприятий Банка России, финансовые условия макрорегиона и особенности формирования запаса капитала.

Разрыв выпуска – разница между оценками фактического и потенциального выпуска, выраженная в процентах. Соответственно,

$$\hat{Y}_t = \frac{Y_t - \bar{Y}_t}{\bar{Y}_t} * 100\%,$$

где:

$\hat{Y}_t$  – разрыв выпуска;

$Y_t$  – фактический выпуск (ВВП или ВРП для регионов);

$\bar{Y}_t$  – потенциальный выпуск.

В логарифмах:

$$y_t = \bar{y}_t + \hat{y}_t.$$

Из определения следует, что оценить разрыв – означает оценить и потенциал, и наоборот. Разрыв выпуска – мера отклонения фактического выпуска от своей устойчивой траектории – интуитивно понятная категория. Гораздо более спорной и сложной в определении является концепция потенциального выпуска: в зависимости от используемой методологии и школы экономической мысли, потенциальный выпуск может быть определен по-разному.

- Потенциальный выпуск – статистическая оценка тренда фактического выпуска. Это определение не является экономически интерпретируемым и в общем смысле сводится к декомпозиции ряда выпуска на шум (разрыв выпуска) и сигнал (потенциальный выпуск). С этим определением потенциального выпуска связано использование простых фильтров одной переменной и применение процедуры сглаживания. Важным предположением в этом случае является допустимость выделения циклических колебаний из временного ряда выпуска. Ключевой недостаток такого подхода – отсутствие содержательной интерпретации и нестабильность оценок, особенно в последних точках выборки.

- Потенциальный выпуск – выпуск, достигаемый в ситуации абсолютно гибких цен и зарплат в условиях несовершенной конкуренции. Здесь справедлив еще один комментарий: потенциальный выпуск – эффективный уровень выпуска, который установился бы в экономике, если бы рынки были эффективными и совершенно конкурентными. В этих определениях речь идет об идеальном состоянии равновесия (steady state). Оба определения имплицитно используются при DSGE-моделировании и связаны с неокейнсианской кривой Филлипса. Эти

определения предполагают, что разрыв выпуска включает или эффект от несовершенной конкуренции, или эффект от номинальных жесткостей.

- Потенциальный выпуск – уровень выпуска, существующий в условиях финансовой стабильности, который экономика способна поддерживать в среднесрочной перспективе, и не вызывающий инфляционного давления в экономике. Иными словами, потенциальный уровень выпуска (далее – потенциал) – это такая же характеристика устойчивого равновесия, как и нейтральная ставка Банка России, инфляция в окрестности таргета, безработица в окрестности NAIRU и так далее. С другой стороны, даже при относительно низкой инфляции в экономике могут накапливаться дисбалансы, угрожающие финансовой стабильности, которые должны быть учтены при оценке положения экономики относительного устойчивого уровня. У этого определения есть преимущество, поскольку оно позволяет гибко подходить к низкоуровневому (непосредственному представлению в модели) представлению составляющих разрыва выпуска. Авторы в дальнейшем будут его использовать. Такое определение потенциального выпуска связано с использованием многомерных фильтров или эконометрических методов. Многомерные фильтры включают широкий набор макроэкономических переменных и позволяют построить осмысленную (интерпретируемую) модель: включить важные теоретические взаимосвязи, например, кривую Филлипса или закон Оукена. Недостатком такого подхода является уязвимость к спецификации модели. При использовании эконометрических методов (SVAR, BVAR) обычно предполагают декомпозицию разрыва выпуска на краткосрочные и долгосрочные шоки, что в свою очередь требует их идентификации. Процедура идентификации уязвима к выбранному способу идентификации.

Попытки количественной оценки разрыва выпуска неизбежно сталкиваются с проблемой точности оценок. В первую очередь разрыв выпуска – ненаблюдаемая величина. Кроме того, фактические ряды (выпуска, населения в трудоспособном возрасте, капитала и так далее) – статистическая оценка, полученная Росстатом, которая в свою очередь также подвержена неточности: доступная статистика часто не является последним винтажом и в будущем будет пересмотрена; методология расчета отдельных показателей периодически меняется (например, в 2018 г. изменили порядок учета недвижимости для статистики о наличии основных фондов), а также нельзя исключать статистическую погрешность.

Помимо очевидных сложностей с выбором и подходящей обработкой данных, используемая модель играет решающую роль в качестве оценок разрыва. Прежде всего оценки разных моделей обладают разной дисперсией оценок и размахом доверительных интервалов. Более того, модели, включающие разные показатели, показывают различные результаты, что в общем случае усложняет процесс анализа.

Оценка регионального разрыва выпуска в свою очередь усложняется, во-первых, еще и более низким качеством данных: некоторые важные временные ряды недоступны вовсе или доступны на низких частотах (например, ВРП по федеральным округам поставляется с годовой частотностью, в то время как ВВП РФ – с квартальной). Во-вторых, неочевидным является вопрос о том, как учитывать spillover-эффекты между регионами: их качественный учет требует построения как минимум мультирегиональной модели в духе DSGE или QPM, но в таком случае модель теряет простоту интерпретации.

Осознавая сложности с построением качественной оценки разрыва выпуска и невозможность построения сколь угодно точной оценки, логично сконцентрироваться на моделях типа white-box – моделях, основная задача которых выступает доступная демонстрация взаимосвязей между переменными. В таком фреймворке Murray (2014) предлагает использовать два критерия качества оценки разрыва выпуска:

1. Оценка потенциала должна быть стабильной: последние точки не должны сильно изменяться при поступлении новых данных, а сама траектория потенциала не должна быть волатильной.
2. Оценка потенциала должна быть правдоподобной: нарратив, который позволяет построить оценку потенциала, должен соответствовать действительности и экспертным представлениям.

Среди некоторых исследователей распространена практика взвешенного усреднения оценок разрыва выпуска, полученных с помощью разных моделей<sup>1</sup>, веса устанавливаются экспертно. Это может быть полезно в двух случаях: необходима единственная синтезированная оценка разрыва выпуска; невозможно коммуницировать несколько альтернативных оценок разрыва.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В литературе распространены все упомянутые выше подходы к получению оценок разрыва выпуска. В качестве отправной точки чаще всего выбирают оценки, полученные фильтром Ходрика – Прескотта (Hodrick and Prescott, 1997), во многом из-за простоты как построения, так и интерпретации. Murray (2014) показывает, что статистические фильтры, хоть и позволяют получить гладкую, интерпретируемую траекторию потенциала, сопряжены с неустойчивостью оценок. К схожему выводу приходит Хабибуллин Р. (2019), который отмечает, что при пересмотре данных значение разрыва выпуска подвергается значительным пересмотрам, которые порой лежат вне доверительных интервалов.

В статьях Ващелюк, Зубарев, Трунин (2016), Vetlov et. al (2011) предприняты попытки использовать DSGE-модели для оценки разрыва выпуска. В обеих статьях авторы приходят к выводу, что использование DSGE делает существенный вклад в интерпретируемость оценок разрыва (потенциала) и их плюрализм. Ващелюк, Зубарев, Трунин (2016), в частности, оценивают разрыв выпуска в российской экономике. Авторы применяют разные подходы, среди которых фильтры Ходрика – Прескотта и Калмана, DSGE-модель и так далее. Авторы отмечают, что теоретически наиболее обоснованы структурные модели или содержащие отдельные элементы структурных моделей: полуструктурные модели или многомерные фильтры, включающие структурные уравнения.

К похожему выводу приходят Ali Alichì, Olivier Bizimana et. al (2017), которые также строят многомерный фильтр на данных США, отличительной особенностью которого является учет экзогенных steady state оценок в динамике трендовых переменных. Помимо этого, авторы включают структурные уравнения (кривая Филлипса на цены и зарплаты). Авторы приходят к выводу, что такой подход улучшает оценки разрыва выпуска.

---

<sup>1</sup> A Practitioner's Guide to Potential Output and the Output Gap, EU IFI.

Особо популярны среди исследователей модели, основанные на производственной функции. Toth (2021) строит модель для еврозоны вокруг производственной функции Кобба – Дугласа в духе Beveridge – Nelson (1981) и учитывает важные циклические взаимосвязи, такие как кривая Филлипса и закон Оукена. Gillochon & Le Roux (2023) расширяют модель Toth (2021), добавляя в модель индекс финансовых условий и эксплицитно прописывая динамику факторной производительности. Авторы приходят к выводу, что включение показателей финансового цикла способно улучшить оценку разрыва выпуска (как правило, расширенная модель оценивает разрыв менее волатильным).

Ляхнова М. и Коленко Ю. (2024) оценивают разрыв выпуска на данных мониторинга предприятий Банка России. Авторы приходят к выводу, что оценки близки к результатам фильтра Ходрика – Прескотта. Такой подход обладает рядом преимуществ: во-первых, данные мониторинга позволяют получить объяснимые с точки зрения экономической динамики результаты. Во-вторых, разрыв выпуска с использованием данных мониторинга более персистентны, чем НР-фильтр, что в целом более характерно для экономической активности, за исключением периодов кризисов.

Оценка разрыва выпуска на региональном уровне хуже освещена в литературе. Так, Спиридонов К. и Левый И. (2018) приходят к выводам, справедливым и для федеральных данных, в частности, во-первых, оценка регионального разрыва выпуска без учета федеральной информации возможна. Во-вторых, включение в многомерные статистические фильтры макроэкономических показателей не только повышает интерпретируемость результатов, но и частично решает проблему неустойчивости последних точек. González-Astudillo (2019) оценивает разрыв выпуска США, используя данные о безработице и выпуске в 50 штатах. Результаты близки к федеральным оценкам разрыва выпуска, однако учет региональных данных не позволяет улучшить прогнозные характеристики модели.

## 2. ДАННЫЕ И ПРЕДОБРАБОТКА

Для оценки регионального разрыва и потенциала выпуска Центрального федерального округа (ЦФО) был собран датасет, содержащий 13 временных рядов, из них 8 непосредственно входят в модели, а остальные 5 используются для построения индекса условий для модели ненаблюдаемых компонент (далее – UCM).

Список временных рядов, используемых непосредственно в модели, представлен в таблице 1. Ряды собраны на промежутке I кв. 2016 – III кв. 2024 (всего 35 точек).

Таблица 1. Данные для моделирования

Обозначение	Описание (источник)	Частотность и преобразование
$y_t$	Реальный ВРП ЦФО (расчет ГУ по ЦФО)	Q
$\pi_t$	Базовый ИПЦ ЦФО (Росстат)	QoQ SA
$wp_t$	Численность населения в трудоспособном возрасте ЦФО (16–59 лет, Росстат)	Y

Обозначение	Описание (источник)	Частотность и преобразование
$lp_t$	Уровень участия в составе рабочей силы ЦФО (Росстат)	Q
$u_t$	Уровень безработицы ЦФО (Росстат)	QoQ SA, %
$ah_t$	Средняя продолжительность рабочей недели ЦФО (Росстат)	Q
$k_t$	Запас капитала (Расчет ГУ по ЦФО)	M
$w_t$	Среднемесячная номинальная начисленная ЗП работников в ЦФО (Росстат)	M
$\omega_t$	Загрузка производственных мощностей (мониторинг предприятий: опросы Банка России)	M

Модели, представленные в исследовании, строятся на квартальной частотности, поэтому временные ряды, обладающие годовой частотностью, темпорально дезагрегируются, а для рядов с месячной частотностью применяется усреднение внутри квартала. В частности, статистика Росстата по ВРП для федеральных округов доступна только годовой частотности, поэтому применяется процедура темпорального дезагрегирования на основе федеральных квартальных данных по ВВП. В статье используется модификация MIDAS из статьи Жемкова (2021) для среднесрочного прогнозирования ВРП ЦФО, в рамках которой в том числе происходит темпоральное дезагрегирование.

### 3. ОЦЕНКА РАЗЫВА И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЫПУСКА

Как было упомянуто во введении, ключевой задачей построения модели оценки разрыва и потенциала выпуска логично выбрать интерпретируемость результатов. Это означает, что результат должен соответствовать как экспертному нарративу, так и альтернативным методам оценки потенциала при условии, что они не содержат взаимоисключающей (противоречащей) статистики. Помимо этого, оценка должна быть устойчивой.

#### Статистическая оценка потенциального выпуска ЦФО с помощью НР-фильтра

В качестве отправной точки исследования авторы решили использовать фильтр Ходрика – Прескотта по ряду причин. Во-первых, оценки НР-фильтра могут быть полезны при получении усредненной оценки потенциала: включение НР-фильтра в расчет помогает сгладить траекторию там, где структурные модели зашумляют наблюдения.

Авторы используют классическую функцию потерь:

$$\min_{\{y_t^*\}_{t=1}^T} \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^*)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(y_{t+1}^* - y_t^*) - (y_t^* - y_{t-1}^*)]^2, \quad \lambda = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} > 0,$$

где:

$y_t^*$  - потенциальный выпуск;

$y_t$  – ВРП ЦФО;

$\sigma_1^2$  – дисперсия ВРП ЦФО;

$\sigma_2^2$  – дисперсия потенциального выпуска.

При оценке потенциального выпуска в литературе не приводится эвристик для выбора гиперпараметра  $\lambda$ , однако обычно для квартальных данных используют  $\lambda = 1600$  и  $\lambda = 100$  для годовых. Выбор  $\lambda$  во многом определяет поведение фильтра на последних точках выборки. Результаты моделирования представлены на рисунке 1.

Недостатки использования фильтра Ходрика – Прескотта, главный из которых – не интерпретируемость результатов, уже неоднократно упоминались в докладе. Однако такая траектория потенциала является хорошей отправной точкой. С одной стороны, она соответствует представлениям о персистентности потенциала: траектория идеально гладкая и совершенно не склонна к резким изменениям. С другой – результат совпадает с экспертным нарративом по ключевым позициям: здесь наблюдается и отрицательный разрыв выпуска в периоды COVID-кризиса и первые месяцы СВО, и перегрев экономики в 2021 году и в 2023–2024 годах.

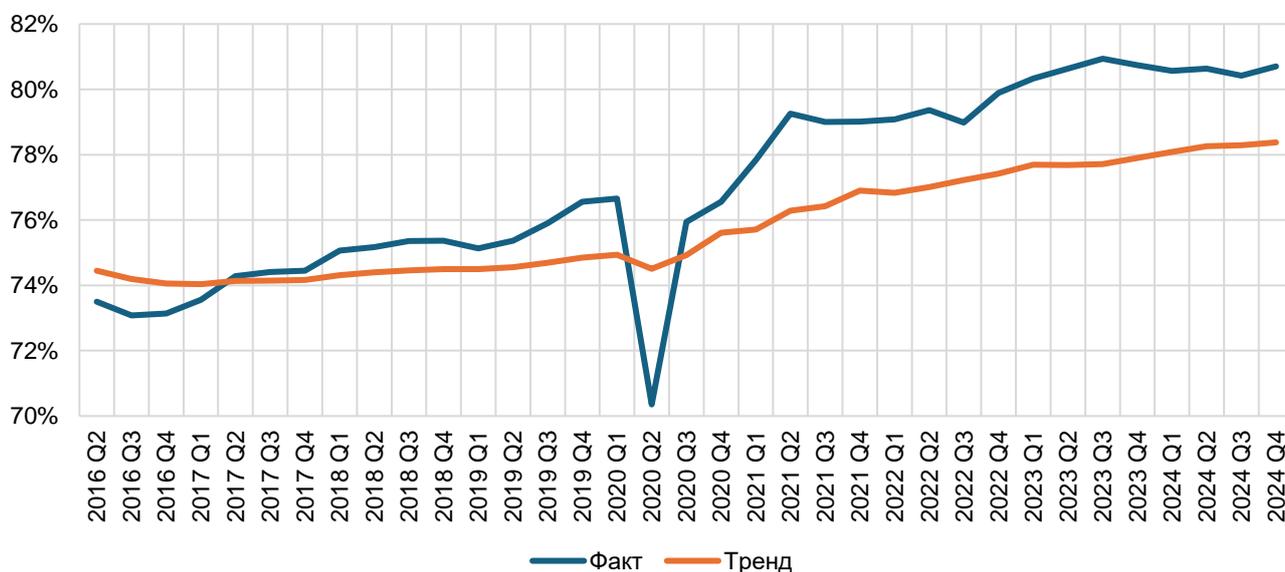


Рисунок 1. Оценка потенциала НР-фильтром на основе загрузки мощностей в ЦФО

### Оценка разрыва и потенциального выпуска ЦФО с помощью модели ненаблюдаемых компонент

Модель строится вокруг производственной функции Кобба – Дугласа: такой подход позволяет включить значимые для определения потенциала переменные и сохранить экономическую структуру и интерпретируемость модели:

$$Y_t = A_t(\Omega_t^K K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha},$$

где:

$A_t$  – общая факторная производительность;

$K_t$  и  $L_t$  – капитал и труд соответственно;

$\Omega_t^K$  – загрузка мощностей.

Предполагается, что экономика характеризуется постоянной отдачей от масштаба.

После перехода к натуральным логарифмам:

$$y_t = a_t + \alpha(\omega_t^K + k_t) + (1 - \alpha)l_t.$$

Уравнение разрыва выпуска дополняется индексом финансовых условий. Учет финансовых условий позволяет включить в анализ финансовый цикл, который оказался значимым для динамики экономики в целом в период кризиса 2008 г.:

$$\begin{aligned}\widehat{y}_t &= \chi_1 \widehat{y}_{t-1} + \chi_2 \widehat{y}_{t-2} + \chi_3 \widehat{\phi}_{t-1} + \varepsilon_{\widehat{y}_t}, \\ \bar{y}_t &= \bar{y}_{t-1} + (1 - \alpha)\Delta \bar{l}_t + \alpha(\Delta k_t + \Delta \bar{\omega}_t) + \Delta \bar{a}_t.\end{aligned}$$

Несмотря на то что определение совокупной факторной производительности остается предметом споров в академической литературе, было решено явно задать уравнения динамики для  $a_t$ . Отсутствие уравнений, связывающих СФП с остальными переменными, повышает неопределенность оценок потенциала.

$$\begin{aligned}a_t &= \bar{a}_t, \\ \bar{a}_t &= \bar{a}_{t-1} + \mu_t + \tilde{a}_t + o_1 \Delta \bar{u}_t, \\ \tilde{a}_t &= o_2 \tilde{a}_{t-1} + \varepsilon_{\tilde{a}_t}.\end{aligned}$$

При этом циклическая компонента TFP в явном виде не фильтруется. Разрыв TFP можно рассматривать как показатель использования факторов, явно не учтенных в модели.  $\hat{a}_t$  может косвенно объяснять циклические изменения в запасах капитала, численности населения в трудоспособном возрасте, изменения в использовании рабочей силы, которые не учитываются в разрыве безработицы или длины рабочей недели<sup>2</sup>.

Загрузка производственных мощностей декомпозируется следующим образом:

$$\begin{aligned}\omega_t^K &= \bar{\omega}_t^K + \widehat{\omega}_t^K, \\ \widehat{\omega}_t^K &= \theta_1 \widehat{\omega}_{t-1}^K + \theta_2 \widehat{y}_{t-1} + \varepsilon_{\widehat{\omega}_t^K}, \\ \bar{\omega}_t^K &= \bar{\omega}_{t-1}^K + \tilde{\omega}_{t-1}^K, \\ \tilde{\omega}_t^K &= \theta_3 \tilde{\omega}_{t-1}^K + \varepsilon_{\tilde{\omega}_t^K}.\end{aligned}$$

Трудовые факторы декомпозируются на сумму населения в трудоспособном возрасте, уровня участия в рабочей силе, безработицы и продолжительности рабочей недели:

$$l_t = wp_t + lp_t - u_t + h_t.$$

Уровень участия в рабочей силе декомпозируется следующим образом:

$$\begin{aligned}lp_t &= \bar{lp}_t + \widehat{lp}_t, \\ \widehat{lp}_t &= -\gamma_4 \widehat{u}_{t-1} + \varepsilon_{\widehat{lp}_t}, \\ \bar{lp}_t &= \bar{lp}_{t-1} + \tilde{lp}_t,\end{aligned}$$

<sup>2</sup> Fernald and Wang (2016).

$$\tilde{l}p_t = \tilde{l}p_{t-1} + \varepsilon_{\tilde{l}p_t}.$$

Безработица декомпозируется следующим образом:

$$\begin{aligned} u_t &= \bar{u}_t + \hat{u}_t, \\ \hat{u}_t &= \gamma_1 \hat{u}_{t-1} - \gamma_2 \hat{y}_{t-1} + \varepsilon_{\hat{u}_t}, \\ \bar{u}_t &= \bar{u}_{t-1} + \kappa_1 \Delta \hat{u}_t + \varepsilon_{\bar{u}_t}. \end{aligned}$$

Продолжительность рабочей недели декомпозируется следующим образом:

$$\begin{aligned} h_t &= \bar{h}_t + \hat{h}_t, \\ \hat{h}_t &= \gamma_6 \hat{y}_t + \varepsilon_{\hat{h}_t}, \\ \bar{h}_t &= \bar{h}_{t-1} + \hat{h}_t, \\ \tilde{h}_t &= -\kappa_2 \tilde{h}_{t-1} + \varepsilon_{\tilde{h}_t}. \end{aligned}$$

Население в трудоспособном возрасте не является циклической переменной (оно не связано с экономическим циклом, это в некотором смысле переменная запаса):

$$\begin{aligned} wp_t &= \overline{wp}_t, \\ \overline{wp}_t &= \overline{wp}_{t-1} + \widetilde{wp}_{t-1}, \\ \widetilde{wp}_t &= \widetilde{wp}_{t-1} + \varepsilon_{\widetilde{wp}_t}. \end{aligned}$$

Важными элементами модели являются кривые Филлипса на цены и зарплаты и закон Оукена. Инфляция и зарплаты при этом также раскладываются на трендовую и циклическую компоненты, что позволяет разделять влияние краткосрочных и долгосрочных шоков:

$$\begin{aligned} \pi_t &= \bar{\pi}_t + \hat{\pi}_t, \\ \hat{\pi}_t &= \beta_1 \hat{\pi}_{t-1} + \beta_2 \hat{y}_{t-1} + \varepsilon_{\hat{\pi}_t}, \\ \bar{\pi}_t &= (1 - \phi)\pi^* + \phi \bar{\pi}_{t-1} + \varepsilon_{\bar{\pi}_t}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_t &= \bar{w}_t + \hat{w}_t, \\ \hat{w}_t &= \beta_3 \hat{w}_{t-1} + \beta_4 \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_{\hat{w}_t}, \\ \bar{w}_t &= \bar{\pi}_t + \Delta \bar{y}_t - \Delta \bar{l}_t + \varepsilon_{\bar{w}_t}. \end{aligned}$$

В производственной функции Кобба – Дугласа предполагается использовать капитальные производственные мощности (мера оборудования, зданий, материалов, готовой продукции и так далее). Показатель Росстата «Наличие основных фондов по полной учетной стоимости» (форма 11) не может быть использован как производственный капитал в силу следующих особенностей:

- для ряда основных фондов отсутствует дефлятор, а смешанная динамика стоимости не позволяет его синтезировать;

- основные фонды включают позиции баланса, которые сложно отнести к капиталу как фактору производства (приобретенный гудвилл, маркетинговые активы и так далее);
- ряд содержит информацию о фондах за год, частотность обновления соответствующая: соответственно, необходимо интерполировать данные (рост ошибки измерений), из-за чего не получится с разумной уверенностью обновлять расчет фильтра чаще, чем раз в год.

Вместо основных фондов авторы используют данные по инвестициям в основной капитал и правило накопления капитала:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t,$$

$$K_0 = \frac{I_0}{\delta}.$$

Чтобы синтезировать ряд капитала (рисунок 2), необходимо определить норму амортизации  $\delta$ . В качестве оценки  $\delta$  используется соотношение  $\frac{\text{Амортизация основных фондов}}{\text{Наличие основных фондов}}$ . В среднем на периоде 2017–2023 гг.  $\delta = 2,5\%$ .

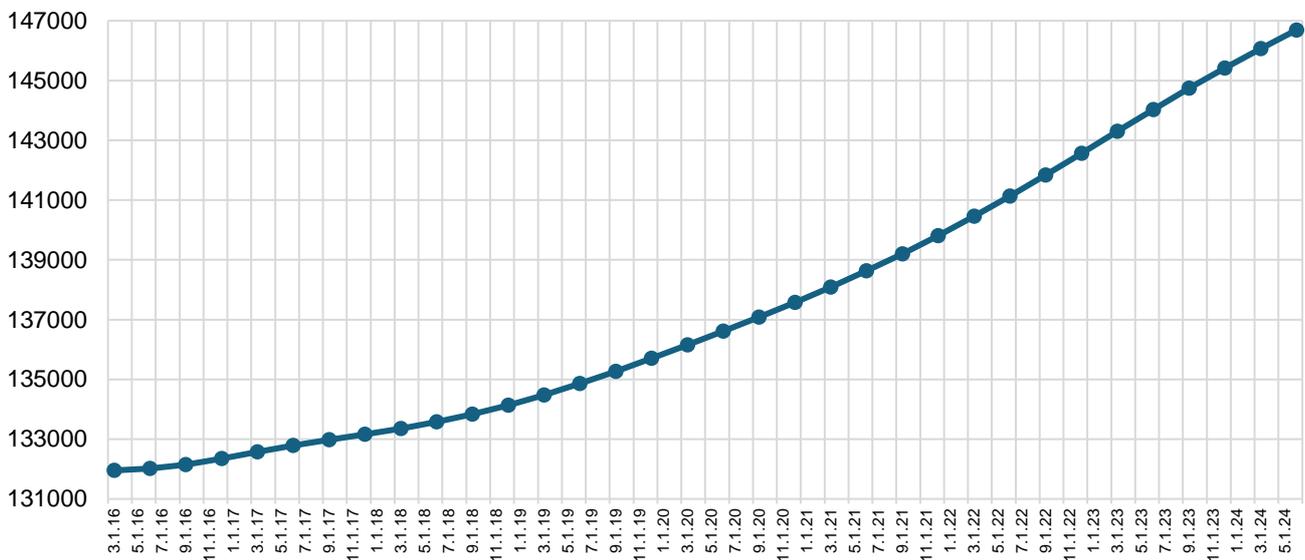


Рисунок 2. Синтезированный ряд капитала, log уровня, руб.

Запас капитала используется в модели следующим образом:

$$k_t = \bar{k}_t,$$

$$\bar{k}_t = \bar{k}_{t-1} + \tilde{k}_{t-1},$$

$$\tilde{k}_t = \tilde{k}_{t-1} + \varepsilon_{\tilde{k}_t}.$$

Мировой кризис 2008 г. показал, что центральные банки должны учитывать финансовые условия как элемент (переменную) бизнес-цикла. Научный консенсус сдвинулся в сторону учета финансовых условий в моделях оценки разрыва выпуска: Borio et al. (2013), Melolinnа и Toth (2019), Guillochon и Le Roux (2023).

Авторы рассчитывают индекс финансовых условий как главную компоненту с наибольшим собственным значением, используя в качестве данных следующие показатели (все ряды центрированы и нормированы):

- RUONIA, первые разности, Банк России;
- USD/RUB, первые разности, Банк России;
- индикатор бизнес-климата Банка России в ЦФО (баланс ответов по данным мониторинга Банка России);
- изменение спроса на продукцию, товары, услуги в ЦФО (баланс ответов по данным мониторинга Банка России для различных отраслей, в том числе транспортировки и хранения, торговли розничной, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами).

Индекс условий (рисунок 3) отражает, с одной стороны, жесткость финансовых условий (условия кредитования, внешней торговли) и, с другой, ожидания самих предприятий относительно бизнес-климата и спроса на их продукцию. Таким образом, более высокие значения индекса соответствуют более благоприятным условиям для ведения бизнеса. Индекс условий используется в модели следующим образом:

$$\begin{aligned}\widehat{y}_t &= \chi_1 \widehat{y}_{t-1} + \chi_2 \widehat{y}_{t-2} + \chi_1 \widehat{\phi}_{t-1} + \varepsilon_{\widehat{y}_t}, \\ \widehat{\phi}_t &= \psi_1 \widehat{\phi}_{t-1} + \psi_2 \widehat{\phi}_{t-2} + \varepsilon_{\widehat{\phi}_t}, \\ \bar{\phi}_t &\equiv 0.\end{aligned}$$

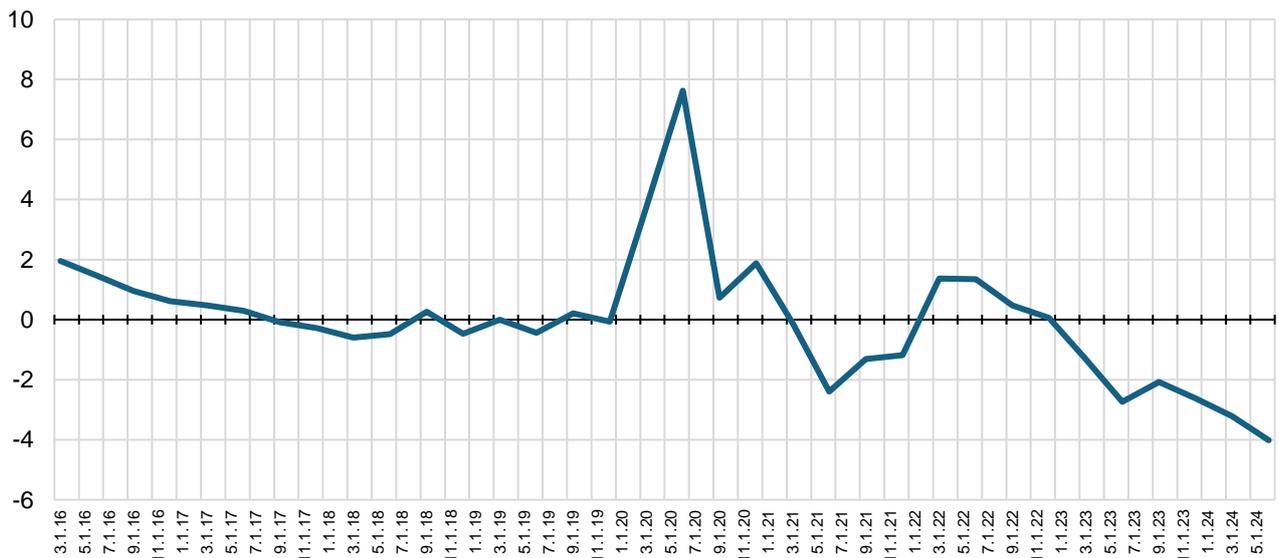


Рисунок 3. Индекс условий, ед.

Ненаблюдаемые временные ряды, как и параметры модели, оцениваются с помощью фильтра Калмана – рекурсивного алгоритма, который может быть простым способом применен к представлению модели в пространстве состояний.

$$\begin{aligned}\alpha_t &= T\alpha_{t-1} + K + R\varepsilon_t, \\ y_t &= Z\alpha_t + H\eta_t, \\ \varepsilon_t &\sim N(0, \Sigma_\varepsilon), \\ \eta_t &\sim N(0, \Sigma_\eta),\end{aligned}$$

где:

$\alpha_t$  – вектор ненаблюдаемых состояний;

$y_t$  – вектор наблюдаемых переменных;

$\epsilon_t$  – вектор возмущений уравнений состояний, нормально распределенных с нулевой средней и ковариационной матрицей  $\Sigma_\epsilon$ ;

$\eta_t$  – вектор возмущений наблюдаемых переменных с ковариационной матрицей  $\Sigma_\eta$ .

С учетом первоначальных состояний  $\alpha_0$  фильтр Калмана обеспечивает оптимальные линейные оценки ненаблюдаемых состояний.

Модель оценивается в два этапа:

- 1) При помощи теоремы Байеса логарифм апостериорного распределения,  $F(\theta)$ , может быть выражен так:

$$F(\theta) = \sum_{t=1}^{\tau} \ln P(y_t | \theta) + \ln P(\theta).$$

- 2) Оценки, полученные в первом пункте, используются как первоначальные в методе максимального правдоподобия:

$$\ln(L(\theta)) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^{\tau} \ln(|y_{t|t-1}|) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^{\tau} \eta'_{t|t-1} y_{t|t-1}^{-1} \eta_{t|t-1}.$$

Ковариационные матрицы заполняются экспертно. Априорные характеристики (распределение, средняя, дисперсия, интервалы) задаются экспертно. Стоит отметить, что ненаблюдаемые переменные могут быть оценены только с высокой долей неопределенности. Результаты оценки потенциала представлены на рисунке 4.

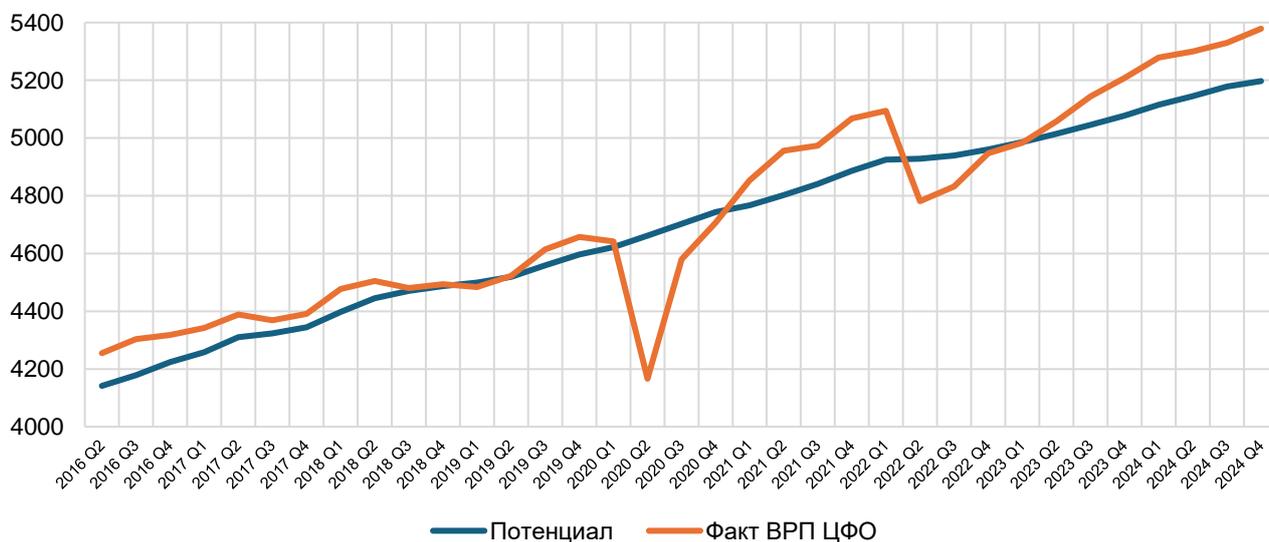


Рисунок 4. Оценка потенциала моделью ненаблюдаемых компонент, log баз. ед.

Главное преимущество оценки разрыва и потенциала полуструктурными моделями – интерпретируемость результатов. Так, UCM позволяет строить декомпозиции разрыва выпуска и роста ВРП:

$$\hat{y}_t = \hat{a}_t + (1 - \alpha)(\hat{h}_t + \hat{u}_t + \hat{lp}_t) + \alpha \hat{w}_t,$$

$$\Delta \bar{y}_t = \Delta \bar{a}_t + (1 - \alpha)(\Delta \bar{wp}_t + \Delta \bar{h}_t + \Delta \bar{lp}_t + \Delta u_t) + \alpha(\Delta k_t + \Delta \bar{w}_t).$$

Результаты декомпозиций представлены на рисунках 5 и 6.

Перегрев экономики ЦФО в I квартале 2022 – II квартале 2024 г. большей частью объясняется факторами рынка труда: стабильно значимый вклад вносят разрыв продолжительности рабочей недели и безработицы. Помимо этого, разрыв увеличивается за счет загрузки производственных мощностей. Остальная динамика разрыва объясняется преимущественно разрывом СФП – конъюнктурной способностью предприятий нарастить объемы выпуска за счет более грамотного менеджмента.

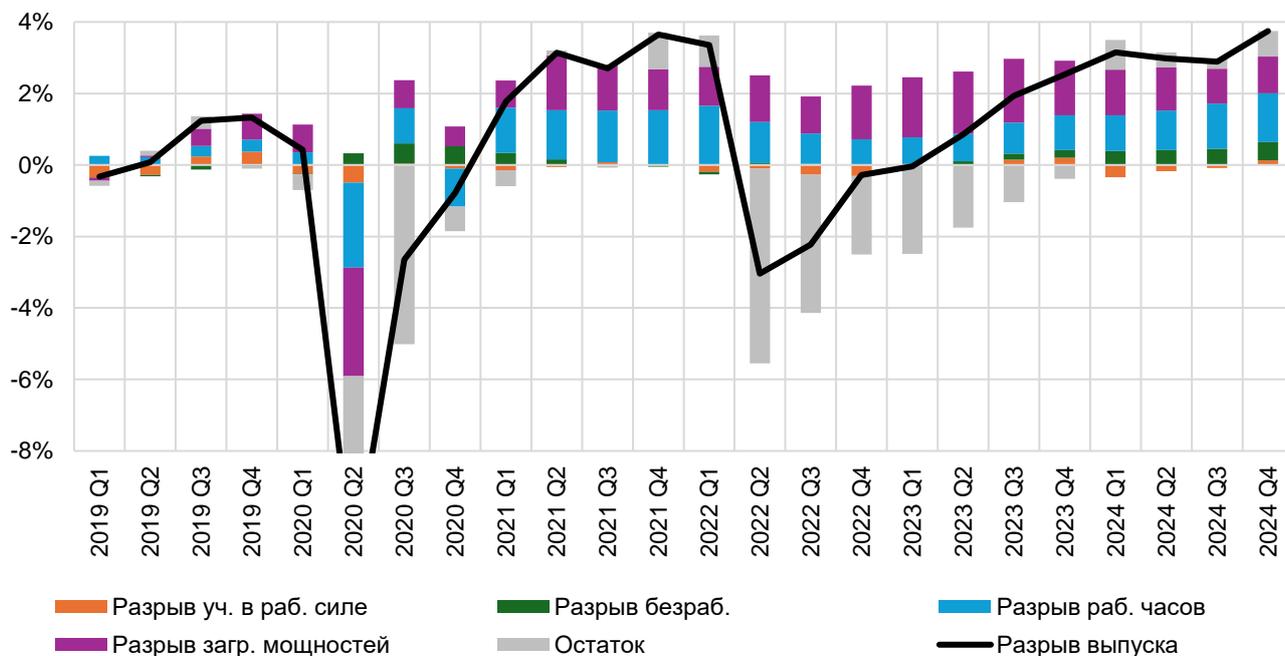


Рисунок 5. Декомпозиция разрыва выпуска ЦФО, п.п.

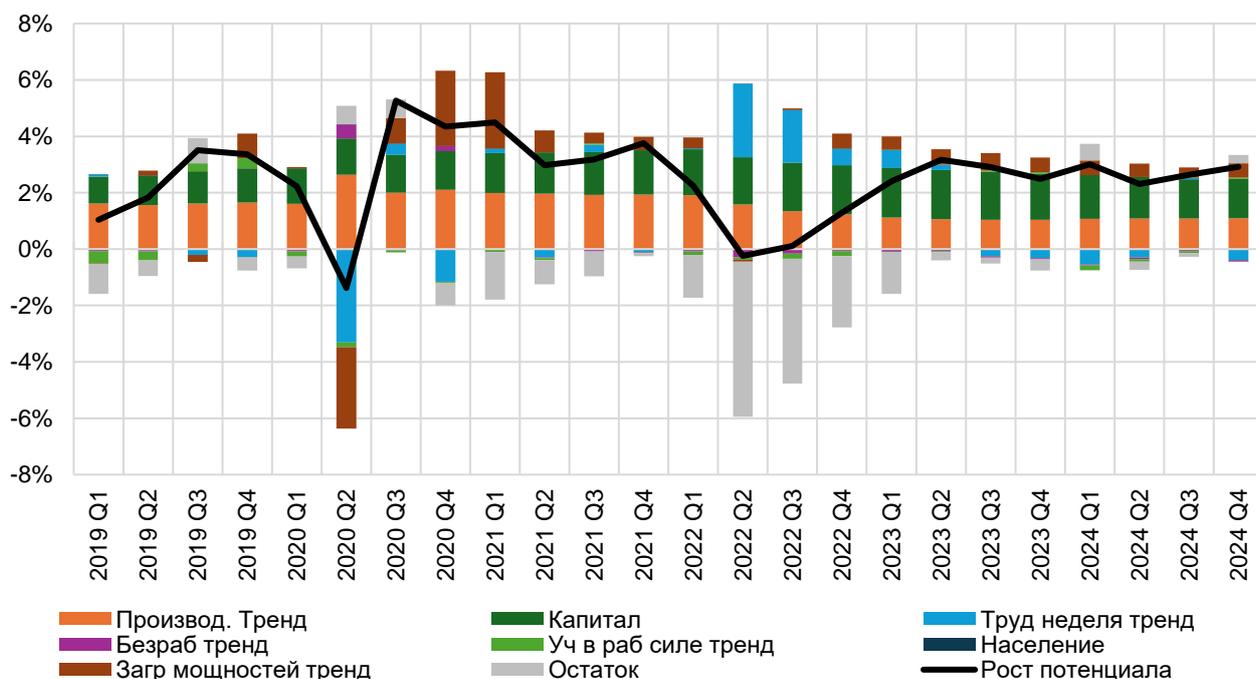


Рисунок 6. Декомпозиция роста потенциала, п.п.

Исторически рост ВРП ЦФО во многом объяснялся реализацией инвестиций в основной капитал, однако в 2023 г. рост запаса капитала практически остановился: это может быть связано как с падением отдачи от инвестиций, так и с ограничениями на стороне предложения труда.

Стоит отметить, что оценки потенциала даже в полуструктурных фильтрах подвержены существенным пересмотрам. Это еще раз подтверждает неопределенность оценок потенциала и разрыва выпуска (рисунок 7).

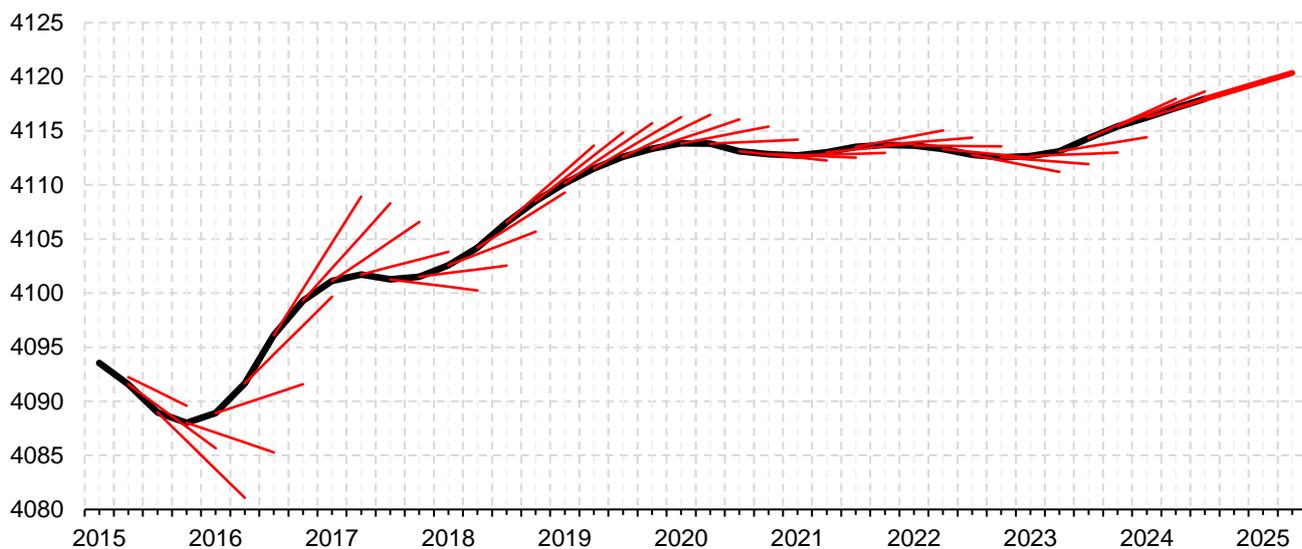


Рисунок 7. Оценки динамики потенциала в модели UCM, ед.

## Эксперименты с моделью ненаблюдаемых компонент

### (а) Учет структурных шоков

Одним из очевидных способов учесть экспертное знание в модель является включение структурных шоков через добавление индикаторов в уравнения модели. Так, авторы проводят эксперимент: положим, в II квартале 2022 г. произошел структурный сдвиг – *level-shift* (сдвиг уровня) тренда загрузки мощностей. Для такого суждения есть предпосылки, связанные с повышательным давлением на уровень и темпы роста выпуска в отраслях и на предприятиях, обеспечивающих поставку товаров двойного назначения в окрестности II квартала 2022 года. Формулы изменяются следующим образом:

$$\bar{\omega}_t^K = [\bar{\omega}_{t-1}^K | t < 2022Q2] + \aleph[\bar{\omega}_{t-1}^K | t \geq 2022Q2] + \tilde{\omega}_{t-1}^K,$$

где:

$\aleph$  – экспертная корректировка трендового уровня загрузки производственных мощностей.

Рассмотрим ситуацию, когда размер сдвига равен 3% от предыдущего значения – примерно уровень фактической загрузки капитала (рисунки 8, 9). В этом случае вклад разрыва мощностей в разрыв выпуска будет ниже, но сам уровень выпуска не

изменится за счет роста вклада совокупной факторной производительности (СФП). Это может быть свидетельством робастности численных оценок разрыва и потенциала выпуска.

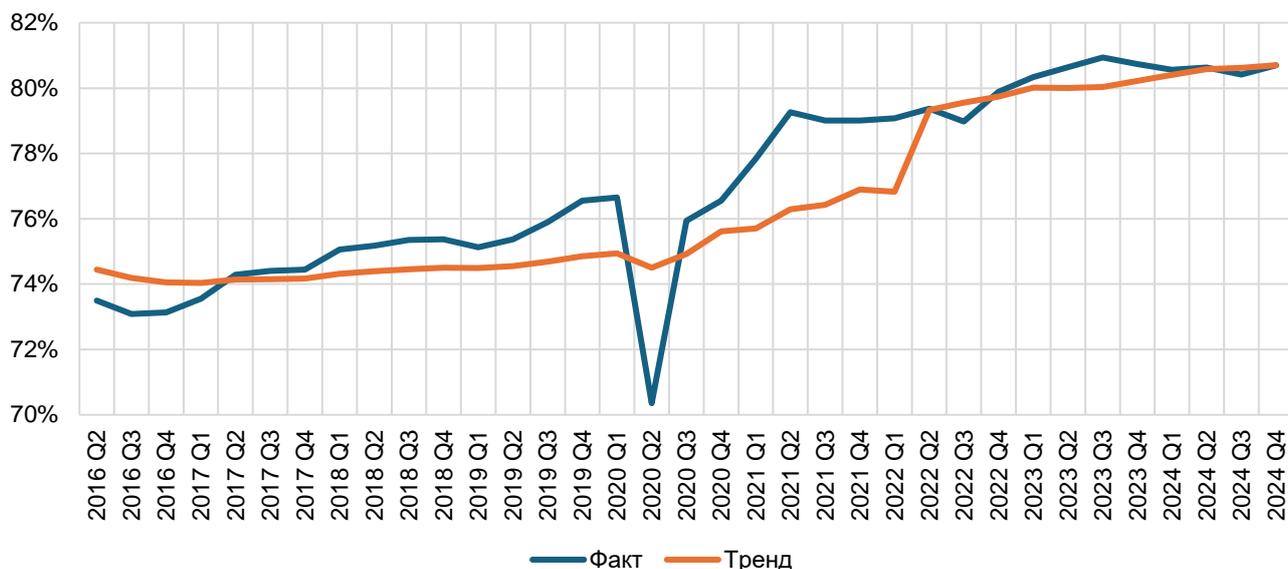


Рисунок 8. Уровень загрузки мощностей в ЦФО: эксперимент со сдвигом уровня, ед

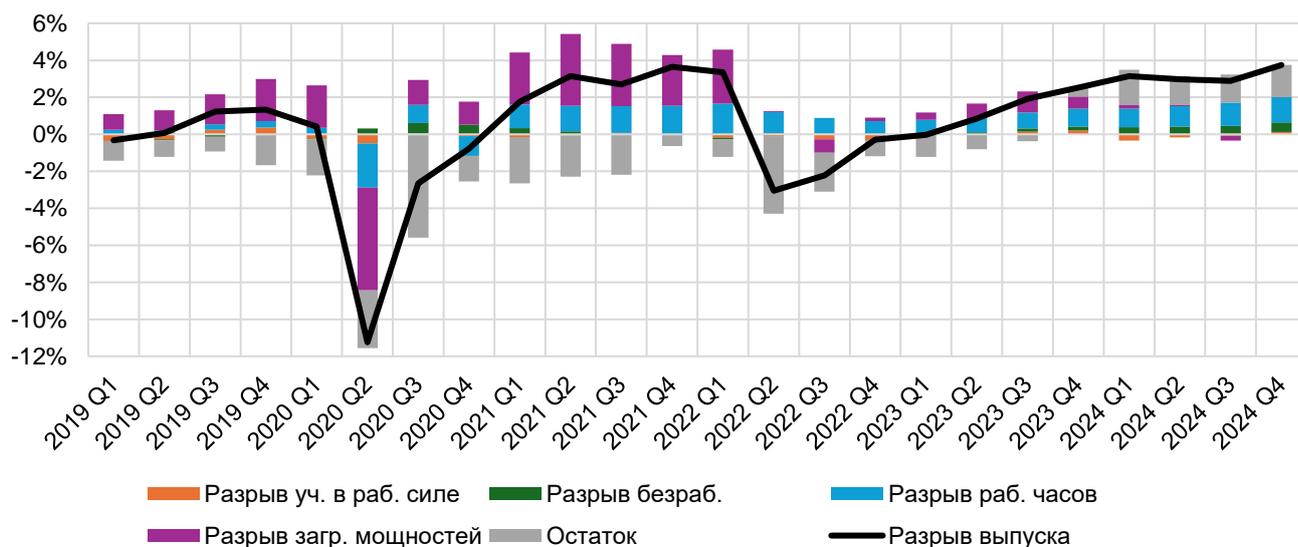


Рисунок 9. Декомпозиция разрыва выпуска: эксперимент со сдвигом уровня, п.п.

### (б) Постановка задачи в терминах минимизации ошибки прогноза

Предположим, что модель планируется использовать для прогнозирования. В таком случае обычной постановки задачи недостаточно. Фильтр Калмана позволяет получить оптимальные оценки параметров с точки зрения максимизации правдоподобия: оценки получатся такими, которые максимизируют вероятность получения комбинации значений переменных в рамках той модели пространства состояний, которая заявлена уравнениями. В общем случае задача минимизации ошибки прогноза и задача максимизации правдоподобия не идентичны. Одним из вариантов усилить прогнозную силу модели является оптимизация одной части параметров в рамках известной итеративной процедуры фильтра Калмана, а другой – в рамках минимизации MSE (mean squared error) in-sample. Например, если с

помощью модели мы бы хотели прогнозировать инфляцию, можно было бы оценить параметры в соответствующих уравнениях вне фильтра Калмана. Технически новая процедура выглядит так: на каждом этапе итерации будем обнулять градиенты тех параметров, которые будем оценивать с помощью MSE (в постановке задачи максимизации правдоподобия – обнулить соответствующие дисперсии). Затем будем оценивать их с помощью градиентного спуска отдельно от остальных параметров.

Авторы проводят эксперимент и оценивают таким образом параметры в уравнении инфляции. С помощью оцененных параметров прогнозируется разрыв ИПЦ в ЦФО на 4 квартала вперед (out-of-sample). Результат представлен на рисунке 10.  $RMSE = 7,86$ .

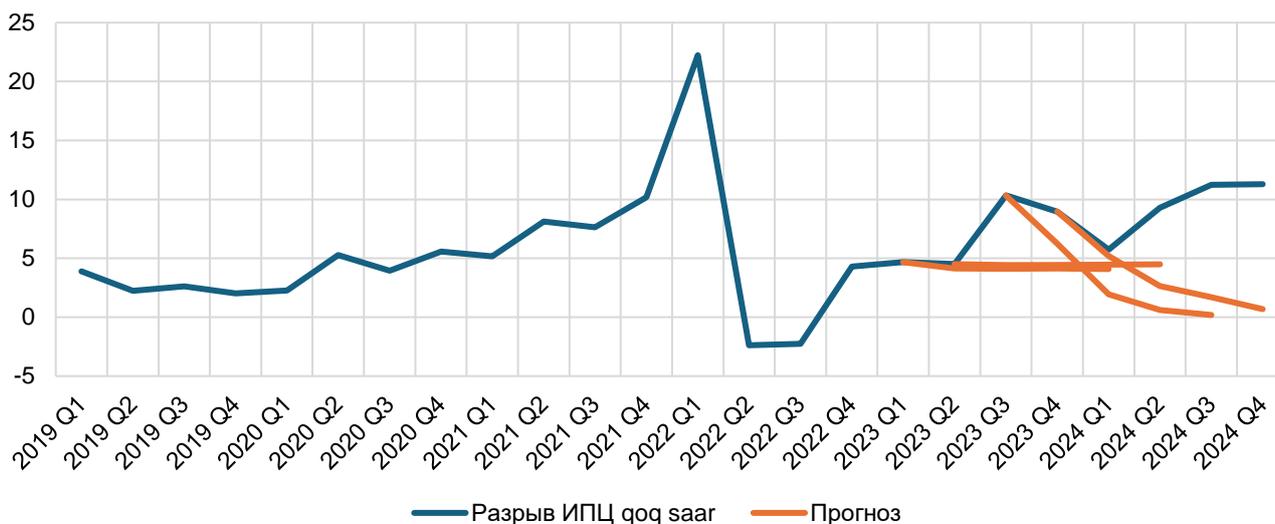


Рисунок 10. Динамика разрыва ИПЦ в ЦФО и прогноза, п.п.

Стоит отметить, что модель UCM не предполагается использовать для прогнозирования, соответственно, в ней отсутствуют впередсмотрящие переменные. Более того, архитектура модели может напрямую влиять на качество прогноза. Логика модели подразумевает сходимости разрывов к 0 в среднесрочном периоде, что при отсутствии шоков и происходит на прогнозе. Иными словами, чтобы использовать модель для прогнозирования, необходимо выстраивать соответствующую архитектуру и задачу изначально.

#### 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОК И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЫПУСКА

Авторы сравнивают три оценки потенциала (разрыва): с помощью НР-фильтра, модели ненаблюдаемых компонент и Квартальной прогнозной модели – основной модели, используемой ГУ Банка России по ЦФО для среднесрочного прогнозирования<sup>3</sup>.

Все три траектории похожи друг на друга, значимых отличий не наблюдается. В некотором смысле это может говорить о том, что потенциал ВРП ЦФО

<sup>3</sup> Коршунов Д., Нелюбина А. Прогнозирование региональных показателей на основе Квартальной прогнозной модели, 2021.

действительно находится в окрестности этих оценок.

Эти траектории можно использовать для построения синтетического потенциала. Допустим, мы предпочитаем UCM и QPM одинаково сильно, а НР-фильтр используем только для того, чтобы сделать траекторию более гладкой. Определим веса как 0,45, 0,45 и 0,1 соответственно. Результаты представлены на рисунках 11–13.

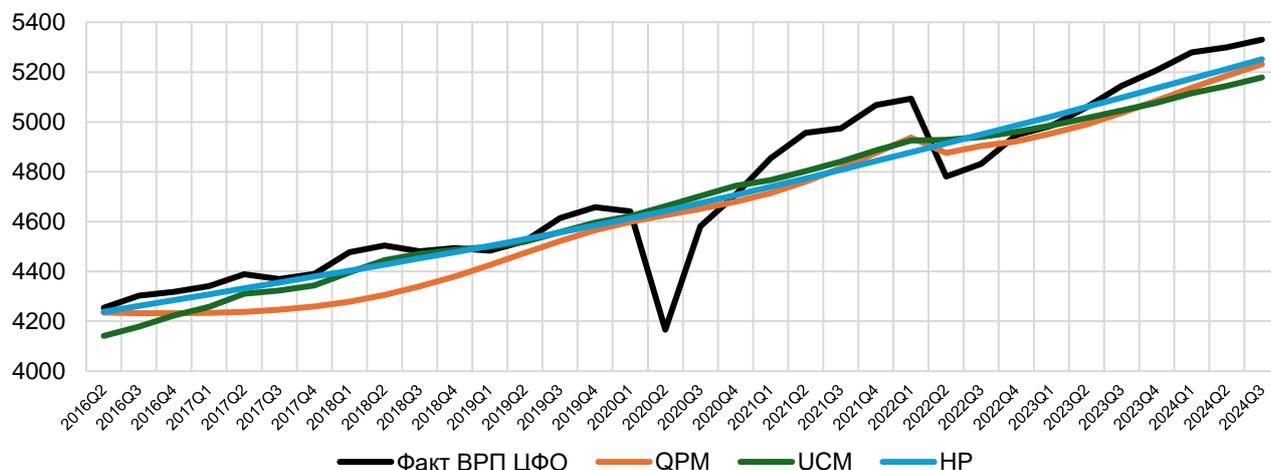


Рисунок 11. Различные оценки потенциала ЦФО, log, баз. ед.

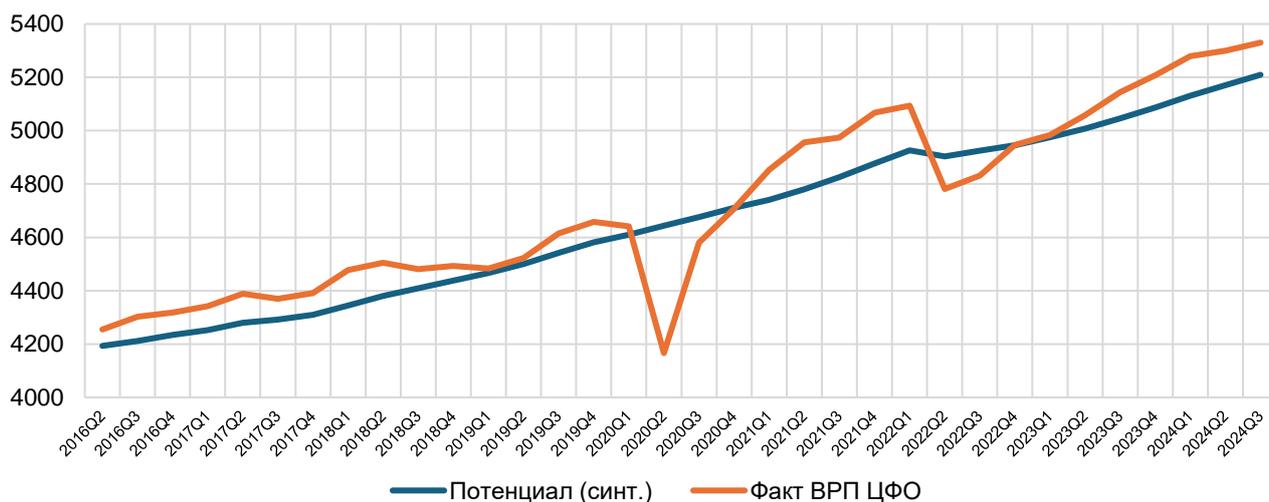


Рисунок 12. Синтетический потенциал ЦФО, log, баз. ед.



Рисунок 13. Разрыв выпуска на основе синтетического потенциала ЦФО, %

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

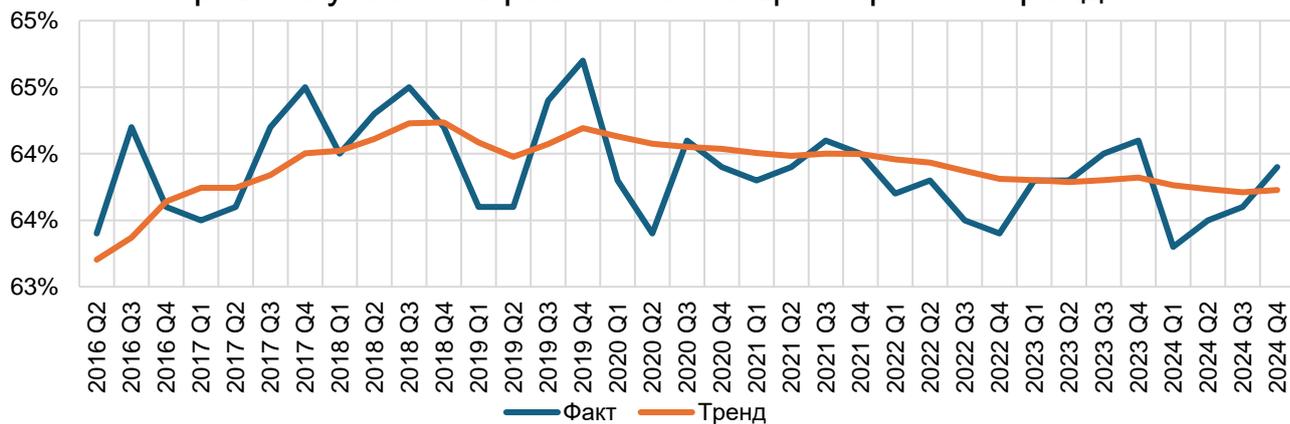
Таким образом, региональный разрыв выпуска может быть оценен моделями, не учитывающими межрегиональное взаимодействие, причем результаты не будут значительно отличаться от оценок двухрегиональной Квартальной прогнозной модели. Особое место в анализе разрыва и потенциала выпуска занимает интерпретируемость результатов: с этой целью хорошо справляются модели ненаблюдаемых компонент, включающие структурные уравнения. Для быстрой оценки потенциала подойдет и фильтр Ходрика – Прескотта: все 3 оцененные траектории близки и позволяют построить похожий нарратив. Вместе с тем предложенный подход, в котором используется индекс условий и который базируется на производственной функции, позволяет получать интерпретируемые с экономической точки зрения оценки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ващелюк и др. (2016). Определение разрыва выпуска для российской экономики.
2. Ляхнова М., Коленко Ю. (2024). Наукастинг оценки разрыва выпуска России по данным мониторинга предприятий.
3. Р. Хабибуллин (2019). Какие показатели разрывов выпуска и реальной деловой активности позволяют прогнозировать инфляцию в России?
4. Янышев Д. (2025). Современные подходы к оценке регионального разрыва выпуска», Вестник Университета Правительства Москвы.
5. Alichì et al. (2017). Multivariate Filter Estimation of Potential Output for the United States.
6. Guillochon and Le Roux (2023). Unobserved components model(s) output gaps and financial cycles.
7. Morley et al. (2022). Estimating the Euro Area output gap using multivariate information and addressing the COVID-19 pandemic.
8. Toth (2021). A multivariate unobserved components model to estimate potential output in the euro area a production function-based approach.
9. The Reserve Bank's method of estimating 'potential output'. AN2015/01, 2015.

**ПРИЛОЖЕНИЕ. Декомпозиция факт-тренд некоторых переменных модели**

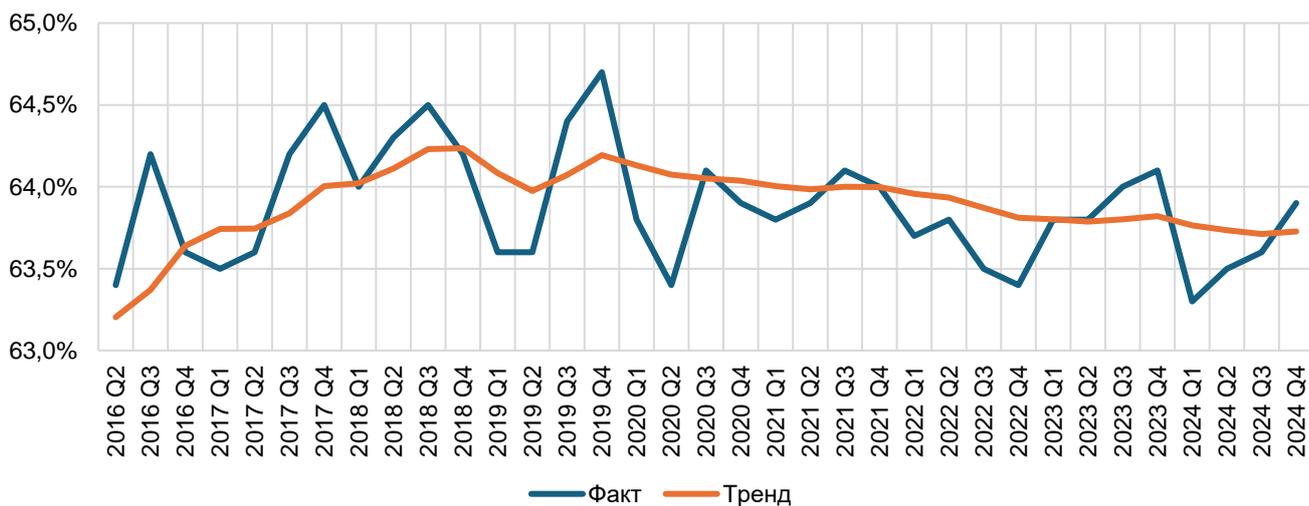
**Уровень участия в рабочей силе ЦФО: факт vs тренд**



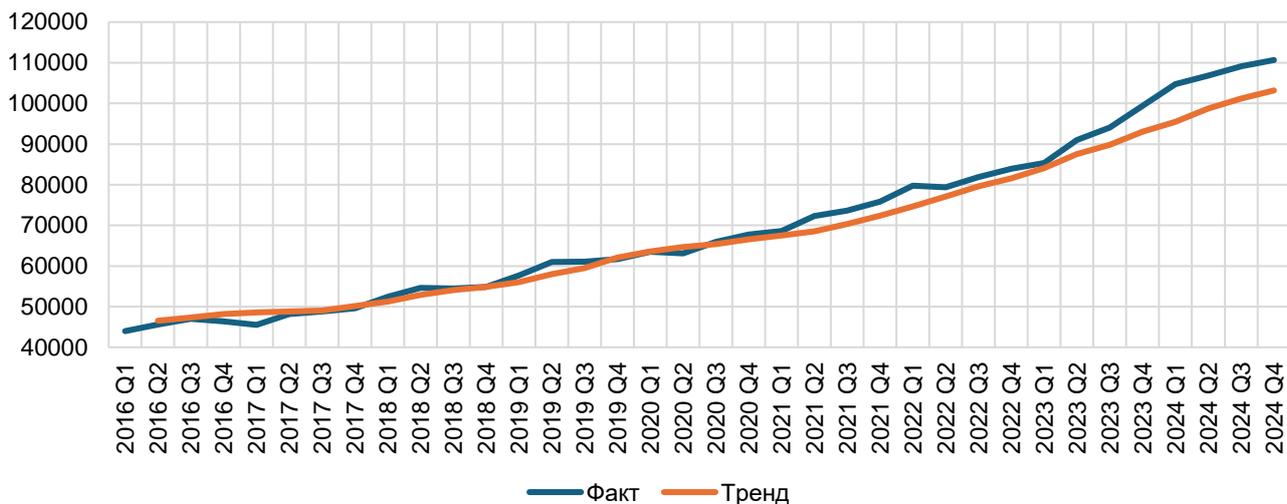
**Продолжительность рабочей недели ЦФО: факт vs тренд**



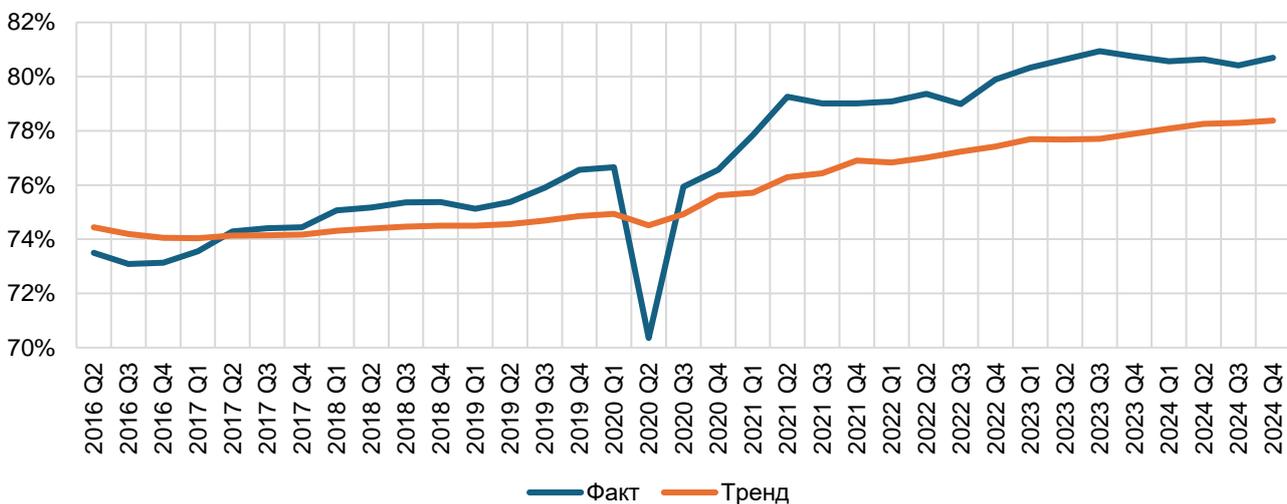
**Уровень участия в рабочей силе ЦФО: факт vs тренд**



### Зарплаты в ЦФО: факт vs тренд



### Загрузка мощностей в ЦФО: факт vs тренд



### Безработица ЦФО: факт vs тренд

