



Банк России



Декабрь 2021

## Прогнозирование региональных показателей на основе квартальной прогнозной модели

Серия докладов об экономических исследованиях №87

Д. Коршунов, А. Нелюбина

## Оглавление

Резюме .....	3
Введение .....	4
1. Обзор литературы.....	4
2. Описание модели.....	11
3. Свойства модели и прогнозные характеристики .....	22
4. Результаты моделирования.....	28
Заключение .....	32
Список литературы.....	33
Приложение .....	35

### **Дмитрий Коршунов**

ГУ по Центральному федеральному округу Банка России, Экономическое управление

E-mail: [dakor82@mail.ru](mailto:dakor82@mail.ru)

### **Алена Нелюбина**

ГУ по Центральному федеральному округу Банка России, Экономическое управление

E-mail: [nelyubinaas1558@gmail.com](mailto:nelyubinaas1558@gmail.com)

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

Все права защищены. Содержание доклада отражает личную позицию авторов и может не совпадать с официальной позицией Банка России. Любое воспроизведение представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Фото на обложке: Shutterstock/FOTODOM

107016, г. Москва, ул. Неглинная, 12  
+7 499 300-30-00, +7 495 621-64-65 (факс)  
Официальный сайт Банка России: [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

## Резюме

В работе представлена полуструктурная модель региональной экономики, разработанная на основе стандартной версии новокейнсианского подхода в разрывах. Основная ее особенность – возможность моделирования региональной неоднородности экономики страны. Так, в нашем случае Россия разделена на два макрорегиона: Центральный федеральный округ и (агрегированно) остальная Россия. Эти регионы существуют отдельно и при этом связаны между собой. Модель представляет собой простой и удобный инструмент для построения макроэкономически согласованных прогнозов и формирования рекомендаций в области денежно-кредитной политики с учетом региональной специфики.

**Ключевые слова:** полуструктурная модель, прогноз, монетарная политика, регионы России, федеральные округа.

**JEL-классификация:** E52, E31, E32.

## Введение

С конца 2014 г. Банк России перешел на режим таргетирования инфляции, одной из основных задач которого является поддержание темпов роста цен вблизи целевого повышения цен. В этой связи важно понимать, по какой прогнозной траектории будет двигаться инфляция в среднесрочной перспективе и что должны делать монетарные власти для достижения целевого показателя.

Банк России ориентируется на ожидаемую траекторию инфляции по России в целом. Однако общероссийский темп роста цен является агрегированным и складывается из взвешенных значений инфляции в регионах. Российская экономика неоднородна по регионам, что приводит к обусловленной дифференциации темпов роста цен. Чтобы эффективно осуществлять монетарную политику, необходимо учитывать всю доступную информацию на момент принятия решений и видение будущих траекторий показателей, в том числе региональных.

В работе представлена региональная квартальная прогнозная модель, позволяющая предполагать развитие региональной экономики в среднесрочной перспективе. Она является стандартной полуструктурной моделью (Berg, Karim, Laxton, 2006a, 2006b), но учитывает региональные особенности и включает три региона: ЦФО, остальная Россия и остальной мир. Преимущество подхода в том, что он помогает понять, как шоки, произошедшие в одном регионе, передаются другим, как регионы реагируют на общие шоки и каким должен быть отклик денежно-кредитной политики.

В обзоре литературы настоящей работы представлена логика квартальной прогнозной модели, определена значимость учета особенностей регионов и описан опыт прогнозирования региональных показателей полуструктурными моделями. Во втором разделе рассмотрена региональная модель и ключевые поведенческие уравнения. Третий и четвертый разделы содержат свойства модели, прогнозные характеристики и результаты моделирования. В заключении приводятся выводы.

### 1. Обзор литературы

Одним из элементов модельного аппарата для теоретических исследований и практики современных центральных банков является квартальная прогнозная модель (КПМ), предназначенная для среднесрочной оценки и поддержки принятия

решений по денежно-кредитной политике. КПМ относится к классу новокейнсианских моделей, основанных на принципах динамических моделей общего равновесия и сфокусированных на ожиданиях, с одной стороны, и на модели IS/LM, которая учитывает значимость проведения монетарной политики, – с другой (Berg, Karim, Laxton, 2006a). Новокейнсианская концепция подразумевает классические предпосылки для анализа долгосрочных (свыше 5 лет) тенденций в экономике, а кейнсианские – для объяснения краткосрочных взаимосвязей (до 3–5 лет). В рамках этого подхода природа экономического цикла лежит в колебаниях совокупного спроса. Новокейнсианская логика объединяет три наиболее хорошо верифицируемых канала трансмиссии – процентный, курсовой и канал ожиданий. В ее рамках рост ключевой ставки всегда приводит к сжатию совокупного спроса и замедлению инфляции, независимо от того, какой из каналов трансмиссии рассматривать (Могилат, 2017). Модели такого класса подчеркивают фундаментальную роль монетарной политики – обеспечивать якорь для инфляции и инфляционных ожиданий.

В работе (Beneš, Hlédik, Vavra, Vlček, 2003) выделены три основные функции КПМ. Во-первых, с исследовательской точки зрения, она помогает изучить, как функционирует экономика и какова роль монетарной политики. Во-вторых, показывает, каким образом краткосрочные изменения отражаются в среднесрочной перспективе. В этой части важно, что модель дает представление о том, что может сделать центральный банк при сложившейся ситуации, чтобы привести инфляцию к целевому значению. В-третьих, позволяет рассмотреть различные сценарии и проанализировать риски. Главной ее задачей, помимо построения прогноза, является проверка экспертных суждений, которые формируют прогноз, включая анализ рисков и чувствительность показателей к различным предположениям и шокам. Как правило, эксперты формируют наиболее вероятный «базовый» сценарий, затем вносят суждения относительно некоторых предпосылок, которые могут изменять траектории показателей по сравнению с «базовыми»<sup>1</sup>.

Рассматриваемый инструмент обладает чертами динамических стохастических моделей общего равновесия (DSGE). Он структурирован, поскольку каждое уравнение имеет экономическую интерпретацию. Он стохастичен, так как содержит случайные шоки, влияющие на каждую эндогенную переменную. Это модель об-

---

<sup>1</sup> Например, сценарии ДКП в зависимости от реализации рисков усиления пандемии или устойчивого повышения мировой инфляции: [https://www.cbr.ru/Content/Document/File/126064/on\\_project\\_2022\(2023-2024\).pdf](https://www.cbr.ru/Content/Document/File/126064/on_project_2022(2023-2024).pdf)

щего равновесия, так как основные переменные эндогенны и зависимы друг от друга. КПМ обычно являются результатом решения микрообоснованных уравнений, которые учитывают поведение потребителей, максимизирующих ожидаемую полезность и реакцию фирм, действующих в условиях монополистической конкуренции. Однако данная модель сама по себе не является полностью микрообоснованной и учитывает, помимо рациональных ожиданий, еще и существенную инерцию, что значительно упрощает ее по сравнению с DSGE (Berg, Karam, Laxton, 2006b).

КПМ устанавливает взаимосвязи между основными макропеременными: выпуском, процентной ставкой, обменным курсом и инфляцией. Она разработана в категориях разрывов, то есть описывает динамику, отличную от трендовой. Разрыв экономической переменной – отклонение ее фактического значения от трендового. Фактические значения наблюдаемы и отражены в статистике, а трендовые значения можно трактовать как равновесные, ожидаемые или устойчивые, их формируют фундаментальные факторы. В состоянии равновесия такие показатели, как реальный выпуск или реальный валютный курс, изменяются в соответствии со своими трендовыми значениями. Когда система находится в равновесии в долгосрочном периоде, изменение регулятором номинальной процентной ставки оказывается нейтральным по отношению к динамике реальных показателей. Система может отклониться от равновесия под влиянием неожиданных изменений переменных (шоков). В таком случае изменение процентной ставки, устанавливаемой ЦБ, является основным инструментом, приводящим систему к равновесию.

На данный момент существует пласт КПМ, которые решают задачу прогнозирования показателей отдельной экономики внутри зоны единой валюты. В первую очередь к ним относятся структурные модели, разработанные национальными банками еврозоны для своих стран. Они созданы для учета структурной специфики отдельной страны. В них зачастую зона евро разделена на два субрегиона: рассматриваемая страна и (агрегированно) остальная еврозона. К ним относятся, например, модель Бельгии (Jeanfils, Burggraeve, 2008), Испании (Burriel et al., 2010), Германии (Gadatsch et al., 2016) и многие другие.

Академических исследований о полуструктурных моделях, которые прогнозируют показатели отдельной экономики внутри зоны единой валюты, существует не так много. В работе (Jakab, Lukyantsau, Wang, 2015) представлена глобальная прогнозная модель, в которой описана мультистрановая экономика (около 85% миро-

вого ВВП). В ней шесть регионов (США, еврозона, Япония, развивающиеся рынки Азии, пять стран Латинской Америки, таргетирующих инфляцию, и сгруппированно остальные страны) объединены между собой на основе реальных и финансовых взаимосвязей. Для каждого региона (кроме еврозоны) сформированы: (1) уравнение совокупного спроса; (2) кривая Филлипса; (3) уравнение непокрытого паритета процентных ставок; (4) правило денежно-кредитной политики. Экономике технически связаны так, что на соответствующую активность в одном регионе влияют уровни экономической активности в других, обменные курсы и переменные, характеризующие ужесточение банковского кредитования в США, еврозоне и Японии. В модели присутствуют как национальные шоки спроса, так и общие (или глобальные). Еврозона в свою очередь разбита еще на пять регионов: Германия, Франция, Италия и Испания (которые суммарно занимают около 15% мирового ВВП) и (агрегированно) остальные страны зоны евро. Для каждого региона еврозоны сформированы отдельные уравнения (1) и (2), уравнения (3) и (4) являются общими.

(Pienkowski, 2019) представил полуструктурную модель для Португалии, которая является модификацией стандартной модели (Berg, Karam, Laxton, 2006a), но содержит три региона: Португалия, остальная еврозона и остальной мир. Для каждого определены уравнения разрыва выпуска и инфляции, а уравнения непокрытого паритета процентных ставок и правило монетарной политики являются общими. Такой подход позволяет увидеть, как шоки, произошедшие в одной стране, передаются другим и какова реакция монетарной политики, действующей в ситуации, в которой страны объединены в зону единой валюты.

Опубликованных трудов, описывающих региональные полуструктурные модели для России, на данный момент не существует. К похожему типу моделей можно отнести работу (Демиденко, Карачун, Коршунов и др., 2016). Авторы представили мультистрановую КПМ, в которой Россия связана с остальными странами через торговые потоки. Авторы описывают основные уравнения и приводят калибровку с учетом отечественной экономической специфики.

Прежде чем приступить к описанию модели, необходимо определить, почему понимание ожидаемых траекторий региональных показателей важно для проведения денежно-кредитной политики. Различие в темпах роста цен может стать проблемой при ее проведении. (Синельников-Мурылев и др., 2020) выделили ряд проблем, к которым приведет региональная дифференциация инфляции. Во-

первых, при единой номинальной ставке, устанавливаемой центральным банком, и одинаковой премии за риск в регионах, реальные ставки процента в них будут отличаться. Монетарная политика может оказывать также разное воздействие в регионах. Там, где инфляция относительно высока, реальные процентные ставки ниже, чем в остальном по России. Как следствие, повышение ставки регулятором может быть недостаточным для повышения реальной ставки в регионе. В крайнем случае относительно низкие реальные ставки тут могут привести к более активному инвестиционному и потребительскому спросу, что в свою очередь повлечет дальнейшее увеличение совокупного спроса и еще большую инфляцию. Во-вторых, если в одном из регионов общий уровень цен снижается, а в остальных – растет, есть риск, что он попадет в дефляционную спираль.

Одним из значимых вопросов относительно инфляционной дифференциации в регионах является вопрос о том, носят различия временный или устойчивый характер. Если это временное явление, в итоге уровни инфляции в разных регионах сближаются, если устойчивое – нет, что, возможно, может стать проблемой для денежно-кредитной политики. В работе (Наап, 2010) выявляются факторы, влияющие на инфляционную дифференциацию в еврозоне, и обсуждается степень их фиксированности. Цель Европейского центрального банка – ценовая стабильность, поэтому он таргетирует инфляцию в еврозоне в среднесрочной перспективе на уровне чуть ниже 2%. Банк не уделяет внимание уровню инфляции в отдельных странах, а концентрируется на общем показателе. В 90-х гг. инфляция по странам еврозоны начала сближаться, однако с 1999 г. наблюдалась дивергенция. Предполагаемыми факторами, влияющими на различия темпов роста цен в странах еврозоны, могут быть:

- (1) Конвергенция уровня цен. Предполагается, что они в странах еврозоны различны, но подстраиваются друг к другу разными темпами. Это временно может приводить к различиям в уровне инфляции. Если, например, в одной стране указанной зоны уровень цен окажется ниже, чем в остальных, логично предположить, что при стремлении к сближению цен в странах – членах еврозоны темпы роста цен будут выше, пока их уровень не достигнет среднего по странам значения.
- (2) Различия в бизнес-циклах. Подразумевается, что положительный разрыв выпуска (фактический уровень выпуска выше потенциального, равновесного, значения) создает в стране проинфляционное давление, а отрицательный – дезинфляционное.

(3) Индивидуальные шоки спроса и предложения и асимметричная реакция на общие шоки, что связано с характеристиками стран. Каждый участник еврозоны имеет свою фискальную политику, отраслевую специализацию, степень открытости экономики и так далее. Поэтому страны могут оказываться под воздействием индивидуальных неожиданных изменений (например, шок бюджетно-налоговой политики) или по-разному реагировать на общий монетарный шок из-за особенностей трансмиссионного механизма.

(4) Особенности рынков труда и других факторов производства. Темпы роста заработных плат могут различаться в странах из-за неоднородности рынков труда. Несовпадения в изменениях заработных плат приводят к различиям в издержках производства, и, соответственно, неоднородности темпов роста цен.

(5) Жесткость цен и заработных плат, что влияет на уровень конкуренции в странах. Чем выше конкуренция, тем меньше возможность у фирм сохранять цены неизменными (жесткость ниже) и тем гибче реакция на модификации монетарной политики.

Первые три фактора не являются серьезной проблемой для проведения монетарной политики: они носят временный характер и рано или поздно конвергенция темпов роста цен произойдет. Следующие два фактора относятся к институциональным и могут устойчиво влиять на инфляционную дифференциацию.

На сегодня существует небольшое количество как теоретических, так и эмпирических исследований, посвященных факторам, объясняющим различия в уровнях цен и инфляции в регионах России. Так, Перевышин и др. считают, что одной из основных причин различий в уровне цен в регионах России в 2000–2015 гг. является эффект Балассы – Самуэльсона (Перевышин и др., 2017). Логика эффекта заключается в том, что регионы создают торгуемые блага (для упрощения будем считать их непродовольственными товарами) и неторгуемые блага (услуги). Для торгуемых благ действует закон единой цены, то есть цены на данные товары примерно одинаковые. Когда в одном регионе происходит положительный шок производительности в торгуемом секторе, заработные платы в нем растут. Мобильность на рынке труда влияет на увеличение заработных плат в неторгуемом секторе. Так как рост цен в торгуемом секторе ограничен законом единой цены, повышательное давление будет оказано только на цены благ неторгуемого сектора в данном регионе, что приводит к общей положительной динамике цен в нем. Следовательно, эффект объясняет несовпадение уровня цен по регионам разной

стоимостью неторгуемых благ. К таким причинам авторы относят и издержки региональной торговли (удаленность одного региона от других) и уровень монополизации розничной торговли.

(Deryugina et al., 2019) оценивают влияние региональных и отраслевых факторов на общероссийскую инфляцию. Оценив динамическую иерархическую факторную модель, авторы получили, что региональные особенности существенно не влияют на инфляцию по России в целом, а отраслевые влияют. (Новак, Шульгин, 2020) отметили, что «данный результат не снижает значимость регионального разреза ДКП, так как к региональным проблемам необходимо отнести как секторальный разрез (из-за низкой степени диверсификации региональной структуры производства), так и определенную долю идиосинкразических шоков».

В работе (Жемков, 2019) исследуются причины отклонения региональной инфляции от общероссийской. Автор оценил «структурную» инфляцию для каждого макрорегиона и установил, что инфляция в регионах может устойчиво отклоняться от целевого уровня. Эти отклонения объясняются такими факторами, как эффект Балассы – Самуэльсона, динамика эффективных валютных курсов, реальных денежных доходов и товарно-материальных запасов. Несмотря на то, что уровни инфляции в регионах могут устойчиво отклоняться от общероссийского темпа, Банк России способен поддерживать российский показатель вблизи целевого значения.

(Синельников-Мурылев и др., 2020) отвечают на вопрос, почему инфляция в регионах отличается и может ли это быть проблемой для проведения денежно-кредитной политики. Авторы с помощью инструмента панельных данных выявили, что инфляция в России различна, поскольку формируется под действием факторов, индивидуальных для каждого региона. К таким факторам относятся: (а) разрыв выпуска, (б) инфляционные ожидания, (в) эффект переноса валютного курса и (г) конвергенция региональных цен. Авторы обнаружили, что основным из них является сходимость региональных цен к общероссийскому уровню. Другими словами, если в одном регионе уровень цен ниже остальных, их темп роста будет более высоким, чтобы достичь общероссийского уровня. Отсюда региональная дифференциация не является проблемой для проведения единой монетарной политики. Кроме того, отмечается, что «в долгосрочном периоде на различия инфляции меньшее влияние оказывают специфические (региональные) факторы (такие как темп роста ВРП или региональная бюджетно-налоговая политика), а

больше влияют общероссийские факторы (темп роста денежной массы, динамика обменного курса)».

Таким образом, существующей на сегодня литературы недостаточно, чтобы понять, насколько факторы, влияющие на региональную дифференциацию, устойчивы. Однако большинство российских исследователей данной области сходятся во мнении, что региональные различия не мешают Банку России проводить единую политику и концентрироваться на общероссийском показателе инфляции.

Стоит обратить внимание на то, что понимание ожидаемой траектории инфляции при различных сценариях в регионах важно для проведения денежно-кредитной политики. Во-первых, показатель российской инфляции является агрегированным значением, которое складывается из показателей темпов роста цен в регионах. Представители территориальных отделений лучше осведомлены о ситуации в регионе, поэтому они могут обладать информацией, которая еще не отражена в статистике (Новак, Шульгин, 2020). Иначе говоря, учет большего количества информации дает возможность видеть более точную траекторию и сценарии. Во-вторых, это может быть необходимо при проведении более качественной информационной политики (Жемков, 2019) – важного инструмента в процессе «заякоривания» ожиданий.

## 2. Описание модели

В большинстве развитых и развивающихся стран принят условный плавающий валютный курс и формально или неформально режим таргетирования инфляции и независимость от фискальной политики. Модель рассматривает малую открытую экономику и состоит из основных поведенческих уравнений: (1) совокупный спрос, кривая IS, которая отражает уровень реальной экономической активности; (2) кривая Филлипса; (3) уравнение непокрытого паритета процентных ставок; (4) правило денежно-кредитной политики.

Наша модель разработана на основе стандартной версии новокейнсианской модели в разрывах (Berg, Karam, Laxton, 2006a, 2006b) с учетом региональных особенностей. Основная модификация рассматриваемой КПМ в том, что Россия разделена на две части: ЦФО (CFO) и (агрегированно) остальную Россию (ROR), которые моделируются отдельно, но тесно связаны между собой. Аналогичный подход применяется, например, в работе (Albonico et al., 2019), в которой авторы разработали мультистрановую динамическую стохастическую модель общего равно-

веса для еврозоны. Она включает два субрегиона (рассматриваемая страна и остальная еврозона) с общими торгово-финансовыми потоками и единой монетарной политикой. Следует отметить, что Центральный федеральный округ взят для примера, его удобство – в совпадении состава субъектов федерального округа и состава субъектов Главного управления Банка России. Однако концепция применима в прогнозировании остальных регионов: например, аналогично можно взять другой федеральный округ, субъект или Главное управление Банка России. Кроме того, данный инструмент может быть масштабирован и использован для согласования всех позиций главных управлений по всем макрорегионам России. Мы предлагаем простую платформу для обмена мнениями и экспертными суждениями разных региональных экономистов и для включения в общий макропрогноз результатов из разных моделей, в том числе структурных. Это позволит фасилитировать и структурировать экономическую дискуссию в области региональной экономики и перевести ее на один общий язык.

В основе модели находится система поведенческих уравнений, характеризующих взаимосвязь инфляции, деловой активности, динамики обменного курса, процентных ставок, условий торговли и переменных внешнего сектора. Динамика компонентов инфляции формируется для ЦФО и для остальной России по отдельности. Отечественная инфляция является их средневзвешенным значением. Аналогично со спросом. Для ЦФО и остальной России моделируются отдельные уравнения разрывов выпуска. Динамика российского спроса – это тоже средневзвешенное значение. Уравнение непокрытого паритета процентных ставок и правило ДКП являются общими для всей страны.

КПМ построена с использованием переменных в разрывах. Под этим понимается отклонение фактического показателя от трендового значения. Тренд в свою очередь – долгосрочное ожидаемое значение, которое определяется фундаментальными факторами. Тенденции в КПМ, как правило, моделируются авторегрессионными процессами, сходящимися к своим стационарным состояниям. Такое упрощение сделано преимущественно потому, что основной целью полуструктурных моделей является прогнозирование. В нашей модели тренды выделяются при помощи многомерного фильтра Калмана, в которую можно вносить суждения относительно структурных сдвигов, происходящих в трендовых значениях показателей. При этом для определения сдвигов необходимы дополнительные исследования и внемоделльные оценки.

Параметризация уравнений происходит при помощи калибровки с элементами байесовской оценки. Коэффициенты задаются с учетом рекомендаций и диапазонов, обусловленных международной практикой – например, (Berg, Karim, Laxton, 2006), модель МВФ. Кроме того, мы ориентируемся на квартальную прогнозную модель для России в целом (Демиденко, Карачун, Коршунов и др., 2016). Предполагается, что экономические агенты в ЦФО и в остальной России ведут себя схожим образом. Чтобы описать различия, применяются экспертные суждения и байесовская оценка.

При калибровке мы учитывали следующие особенности:

- высокая степень инерционности экономических процессов, связанная с особенностями структуры российской экономики;
- высокая степень инерционности инфляционных ожиданий, связанная с тем, что Банк России перешел к режиму таргетирования в конце 2014 г. и на данный момент находится в процессе «заякоривания» инфляционных ожиданий;
- разная степень влияния валютного курса на компоненты инфляции, связанная с разным масштабом эффекта переноса валютного курса в инфляцию.

Кроме того, коэффициенты эластичности в региональных уравнениях учитывают гетерогенность регионов. На первом этапе калибровки с учетом рекомендаций мировой или отечественной практики коэффициенты для уравнений в обоих регионах они устанавливались одинаковыми. Затем некоторые параметры корректировались с помощью дополнительных исследований или экспертных суждений. Например, по нашим расчетам, доля импортируемых товаров в ЦФО выше, чем в остальных регионах России, соответственно, коэффициент эластичности инфляции по курсу в ЦФО должен быть выше, чем по России в целом. Кроме того, мы предположили, что эластичность регионального выпуска по ценам на нефть в ЦФО ниже, чем в остальной России, поскольку нефтедобывающие компании сосредоточены по регионам, а в ЦФО находятся только их головные офисы. Аналогично у нас были гипотезы относительно других коэффициентов. Далее мы проводили диагностику модели с измененными коэффициентами с помощью анализа функций импульсных откликов, прогнозов внутри выборки и анализа декомпозиций переменных с помощью фильтра Калмана, чтобы определить качество проведенной калибровки.

Основная идея региональной модели представляет собой трансмиссионные механизмы, действующие на уровне регионов. Допустим, центральный банк снижает ключевую ставку и это приводит к пересмотру рыночных ставок в ЦФО. Снижение рыночных ставок в регионе оказывает стимулирующее действие на спрос в сфере заемных средств. Кредитные ресурсы для фирм становятся более доступными и привлекательными. В свою очередь это обеспечило приток дополнительных средств на финансирование спроса в ЦФО. Кроме того, спрос в ЦФО находится под влиянием внутреннего фактора (бюджетной политики региона) и внешних факторов (зарубежного спроса, условий торговли и валютного курса). Важную роль в трансмиссионном механизме играет и канал валютного курса: его изменения влияют на инфляцию, во-первых, напрямую – через цены импортируемых товаров и услуг, а во-вторых, косвенно – через выпуск. Опосредованное воздействие валютного курса на инфляцию через совокупный спрос происходит так: снижение процентной ставки регулятором приводит к ослаблению национальной валюты, что в свою очередь влечет увеличение стоимости импорта. Местные товары становятся для потребителей более привлекательными и повышается конкурентоспособность национальной продукции за рубежом. Так, увеличивается чистый экспорт и, соответственно, совокупный выпуск.

Аналогичные процессы происходят и в остальной России. Поскольку регионы тесно связаны между собой, экономическая активность в них влияет на спрос ЦФО. Далее динамика спроса ЦФО является первичным фактором формирования цен на рынке товаров и услуг и, соответственно, инфляции в регионе.

Основные макроэкономические взаимосвязи отражены в следующих уравнениях.

### (1) Кривая совокупного спроса в регионе

$$\hat{y}_t^{cfo} = \alpha_1^{cfo} * E\hat{y}_{t+1}^{cfo} + \alpha_2^{cfo} * \hat{y}_{t-1}^{cfo} - \alpha_3^{cfo} * rr\_market_{t-1}^{cfo} + \alpha_4^{cfo} * \hat{z}_{t-1} + \alpha_5^{cfo} * \widehat{rpoil}_t + \alpha_6^{cfo} * \hat{y}_{t-1}^f + \alpha_7^{cfo} * \hat{y}_{t-1}^{ror} + \alpha_8^{cfo} * \widehat{def}_t^{cfo} + \varepsilon_t^{y-cfo}(1),$$

где  $\hat{y}_t^{cfo}$  – разрыв выпуска ЦФО;

$E\hat{y}_{t+1}^{cfo}$  – ожидаемое значение разрыва выпуска ЦФО на один квартал вперед;

$rr\_market_t^{cfo}$  – разрыв рыночной ставки ЦФО;

$\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса;

$\widehat{rpoil}_t$  – разрыв реальной цены на нефть;

$\hat{y}_t^f$  – разрыв эффективного внешнего спроса;

$\hat{y}_t^{ror}$  – разрыв выпуска остальной России;

$\widehat{def}_t^{cfo}$  – разрыв бюджетного дефицита ЦФО<sup>2</sup>;

$\varepsilon_t^{y-cfo}$  – шок спроса ЦФО.

$\alpha_1^{cfo}$	$\alpha_2^{cfo}$	$\alpha_3^{cfo}$	$\alpha_4^{cfo}$	$\alpha_5^{cfo}$	$\alpha_6^{cfo}$	$\alpha_7^{cfo}$	$\alpha_8^{cfo}$
0.4	0.3	0.1	0.05	0.02	0.05	0.25	0.15

Уравнение (1) является стандартной кривой совокупного спроса с некоторыми модификациями. Стандартная экономическая теория предполагает, что более высокая процентная ставка сокращает совокупный спрос из-за того, что делает сбережения более привлекательными. Подобный вывод вытекает из задачи межвременного выбора, которая решается оптимальным выбором уровня потребления сейчас и в будущем. Чем выше ставка процента, тем больше ожидаемый процентный доход, который можно извлечь в будущем, отказавшись от потребления сегодня в пользу сбережений. Этот канал является одним из основных способов влияния монетарной политики на экономику в модели инфляционного таргетирования. В уравнении также учтены рациональные ожидания потребителей, которые стремятся к сглаживанию потребления во времени (впередсмотрящий лаг разрыва выпуска), и инерция экономических процессов (назадсмотрящий лаг разрыва выпуска). Как правило, сумма коэффициентов при впередсмотрящем ( $\alpha_1^{cfo}$ ) и назадсмотрящем ( $\alpha_2^{cfo}$ ) лагах лежит в диапазоне между 0.5 и 0.9, что отражает сравнительный масштаб экономики региона<sup>3</sup>. При этом, чем выше значение при назадсмотрящем лаге (и, соответственно, ниже при ожидаемом значении), тем более устойчивее разрыв выпуска. То есть соотношение данных коэффициентов можно еще интерпретировать как скорость возврата экономики к равновесию. В нашем случае коэффициенты устроены так ( $\alpha_1^{cfo} = 0.4, \alpha_2^{cfo} = 0.3$ ), чтобы учесть волатильность выпуска на исторических данных.

Поскольку для большинства экономик характерна инерция в трансмиссионном механизме монетарной политики, предполагается, что сумма коэффициентов при разрыве процентной ставки ( $\alpha_3^{cfo}$ ) и разрыве валютного курса ( $\alpha_4^{cfo}$ ) должна быть меньше значения коэффициента при лаге разрыва выпуска ( $\alpha_2^{cfo}$ ) и находиться в диапазоне от 0.1 до 0.2. Чем больше значение суммы коэффициентов, тем лучше

<sup>2</sup> Моделирование бюджетного дефицита представлено в приложении.

<sup>3</sup> Подробное описание коэффициентов – в работе [Berg, Karam, Laxton, 2006a, 2006b], курс МВФ <https://www.imf.org/en/Capacity-Development/Training/ICDTC/Courses/MPAF>, для российской экономики – [Демиденко, Карачун, Коршунов и др., 2016]

работают трансмиссионные механизмы в стране. Значения самих коэффициентов зависят от того, какой из каналов трансмиссионного механизма оказывает большее влияние – канал обменного курса или процентной ставки. В нашем случае коэффициенты устроены так, чтобы отразить сравнительно большую важность процентного канала ( $\alpha_3^{cfo} = 0.1, \alpha_4^{cfo} = 0.05$ ).

Чтобы лучше понимать, по каким каналам происходит влияние внешнего сектора на внутренний спрос, в уравнении учтены эффективный внешний спрос, аппроксимирующий уровень деловой активности за рубежом; реальная цена нефти, поскольку для России характерна зависимость спроса от изменения цены нефти, и курс, отражающий относительную цены отечественных товаров. Степень открытости экономики отражается в параметре  $\alpha_4^{cfo}$ , для развивающихся экономик он должен быть меньше  $\alpha_3^{cfo}$  (0.05 против 0.1 соответственно). Параметры  $\alpha_5^{cfo}$  и  $\alpha_6^{cfo}$  откалиброваны на уровнях, позволяющих учесть динамику реальной цены нефти (с весом 0.02) и эффективного внешнего спроса (с весом 0.05), наблюдавшуюся в прошлые периоды.

К региональным особенностям относится наличие бюджетной политики региона, что в модели отражено с помощью циклического бюджетного дефицита. Коэффициент при данной переменной  $\alpha_8^{cfo}$  имеет характерное для региона значение – 0.15. Кроме того, так как регионы России связаны между собой через торговые, миграционные и туристические потоки, деловая активность в одном влияет на активность в другом, что учтено в уравнении разрыва выпуска для ЦФО с помощью включения в него разрыва выпуска остальной России. Предполагается, что спрос по России имеет большее влияние на экономику ЦФО, чем зарубежный спрос, что отражено в большем значении коэффициента  $\alpha_7^{cfo} = 0.25$ .

Динамика спроса в остальной России моделируется аналогичным образом. Разрыв выпуска тут является средневзвешенным значением разрывов выпуска регионов:

$$\hat{y}_t^{ru} = y\_cfo\_weight * \hat{y}_t^{cfo} + (1 - y\_cfo\_weight) * \hat{y}_t^{ror}(2),$$

где  $y\_cfo\_weight$  – вес ВРП ЦФО в ВВП России.

## (2) Кривые Филлипса

Для продовольственных, непродовольственных товаров и услуг без ЖКУ формируются отдельные кривые Филлипса. Отдельные кривые для компонент инфляции

дают возможность моделировать разный масштаб эффекта переноса валютного курса на цены и разную волатильность компонентов.

### (2.1) Продовольственная кривая Филлипса

$$\pi_t^{p-cfo} = \beta_1^{p-cfo} * E\pi_{t+1}^{p-cfo} + (1 - \beta_1^{p-cfo}) * \pi_{t-1}^{p-cfo} + \beta_2^{p-cfo} * \hat{z}_t + \beta_3^{p-cfo} * \hat{y}_t^{cfo} - \beta_4^{p-cfo} * \widehat{lrp}_t^{p-cfo} + \varepsilon_t^{p-cfo} (3),$$

где  $\pi_t^{p-cfo}$  – продовольственная инфляция;

$E\pi_{t+1}^{p-cfo}$  – ожидаемая продовольственная инфляция на один квартал вперед;

$\hat{z}_t$  – разрыв реального обменного курса;

$\hat{y}_t^{cfo}$  – разрыв выпуска ЦФО;

$\widehat{lrp}_t^{p-cfo}$  – разрыв уровня относительных цен;

$\varepsilon_t^{p-cfo}$  – шок продовольственной инфляции.

$\beta_1^{p-cfo}$	$\beta_2^{p-cfo}$	$\beta_3^{p-cfo}$	$\beta_4^{p-cfo}$
0.5	0.3	0.3	0.25

### (2.2) Непродовольственная кривая Филлипса

$$\pi_t^{np-cfo} = \beta_1^{np-cfo} * E\pi_{t+1}^{np-cfo} + (1 - \beta_1^{np-cfo}) * \pi_{t-1}^{np-cfo} + \beta_2^{np-cfo} * \hat{z}_t + \beta_3^{np-cfo} * \hat{y}_t^{cfo} - \beta_4^{np-cfo} * \widehat{lrp}_t^{np-cfo} + \varepsilon_t^{np-cfo} (4),$$

где  $\pi_t^{np-cfo}$  – непродовольственная инфляция;

$E\pi_{t+1}^{np-cfo}$  – ожидаемая непродовольственная инфляция на один квартал вперед;

$\hat{z}_t$  – разрыв реального обменного курса;

$\hat{y}_t^{cfo}$  – разрыв выпуска ЦФО;

$\widehat{lrp}_t^{np-cfo}$  – разрыв уровня относительных цен;

$\varepsilon_t^{np-cfo}$  – шок непродовольственной инфляции.

$\beta_1^{np-cfo}$	$\beta_2^{np-cfo}$	$\beta_3^{np-cfo}$	$\beta_4^{np-cfo}$
0.5	0.4	0.3	0.25

### (2.3) Кривая Филлипса услуг без ЖКУ

$$\pi_t^{swu-cfo} = \beta_1^{swu-cfo} * E\pi_{t+1}^{swu-cfo} + (1 - \beta_1^{swu-cfo}) * \pi_{t-1}^{swu-cfo} + \beta_2^{swu-cfo} * \hat{z}_t + \beta_3^{swu-cfo} * \hat{y}_t^{cfo} - \beta_4^{swu-cfo} * \widehat{lrp}_t^{swu-cfo} + \varepsilon_t^{swu-cfo} (5),$$

где

$\pi_t^{swu-cfo}$  – инфляция услуг без ЖКУ;

$E\pi_{t+1}^{swu\_cfo}$  – ожидаемая инфляция услуг без ЖКУ на один квартал вперед;

$\hat{z}_t$  – разрыв реального обменного курса;

$\hat{y}_t^{cfo}$  – разрыв выпуска ЦФО;

$\widehat{irp}_t^{swu\_cfo}$  – разрыв уровня относительных цен;

$\varepsilon_t^{swu\_cfo}$  – шок инфляции услуг без ЖКУ.

$\beta_1^{swu\_cfo}$	$\beta_2^{swu\_cfo}$	$\beta_3^{swu\_cfo}$	$\beta_4^{swu\_cfo}$
0.5	0.2	0.3	0.25

Уравнения (3–5) являются стандартными кривыми Филлипса. В их основе лежит фундаментальная идея о роли монетарной политики, заключающаяся в обеспечении номинального якоря для инфляции. Другие цели (например, таргетирование разрыва выпуска) должны быть согласованными с ней.

Уравнения показывают, что в состоянии равновесия фактическая инфляция будет соответствовать ее ожидаемому уровню (средневзвешенное будущего и прошлого значений), если совокупный выпуск соответствует своему потенциальному уровню. В основе уравнений заключена предпосылка о том, что при изменении цен фирмы принимают во внимание ожидаемую инфляцию и предельные издержки. Разрыв выпуска в данном случае аппроксимирует реальные предельные издержки. Следовательно, центральный банк таргетирует инфляцию, влияя на разрыв выпуска.

Важно отметить, что ожидания являются средневзвешенным значением будущих и прошлых значений инфляции. Параметр при впередсмотрящих ожиданиях, как правило, лежит в диапазоне от 0.1 до 0.6. Если инерционность низкая (коэффициент  $\beta_1$  близок к единице), небольшое устойчивое изменение в процентной ставке приведет к значительному и немедленному изменению текущей инфляции, что можно интерпретировать и как доверие к проводимой монетарной политике. Наоборот, при высокой инерционности только накопленные изменения процентных ставок могут сдвинуть инфляцию в нужном направлении. При калибровке данного параметра учитывалась относительно высокая степень инерционности инфляционных ожиданий  $((1 - \beta_1) = 0.5)$ , связанная с переходом Банка России к режиму таргетирования в конце 2014 г. и его пребывания на данный момент в процессе «заякоривания» инфляционных ожиданий.

Предполагается, что коэффициент при разрыве выпуска  $\beta_3$  тем ниже, чем выше инерционность ожиданий, поскольку спрос также влияет на ожидания будущих изменений цен (для непродовольственных товаров – 0.3, для продовольственных – 0.3, для услуг – 0.3). Стандартно данный параметр зависит еще и от частоты изменения цен. Как известно, цены на услуги меняются значительно реже, чем на непродовольственные товары, которые в свою очередь являются более жесткими, чем цены на продовольствие. Как следствие, чувствительность инфляции к разрыву выпуска различается в зависимости от компонент. Однако в нашей модели коэффициенты одинаковы, а частота изменения цен учтена через включение переменной разрыва уровня относительных цен ( $\widehat{lrp}_t^{cfo}$ ).

Размер коэффициента  $\beta_2$  показывает влияние валютного курса на инфляцию. Чем больше товаров импортируется, тем выше значение данного коэффициента (для непродовольственных товаров – 0.4, для продовольственных – 0.3, для услуг – 0.2). Как правило, сумма коэффициентов при разрыве выпуска и курса лежит в диапазоне от 0.1 до 0.5. При этом сумма коэффициентов тем выше, чем больше издержки производства транслируются в цены. В нашем случае она несколько выше рекомендуемого диапазона, что связано с тем, что в модель добавлен компонент относительных цен с отрицательным знаком, который также учитывает динамику тренда валютного курса.

Относительная цена – это отношение темпа роста цен заданной компоненты (продовольственных, непродовольственных товаров или услуг) к темпу роста цен в целом по региону. Разрыв относительной цены – отклонение этого отношения от равновесного значения. Предполагается, что в состоянии равновесия инфляция продовольственных товаров соответствует региональной инфляции в целом, а динамика непродовольственной инфляции и инфляции услуг, помимо прочего, описывается действием эффекта Балассы – Самуэльсона. Коэффициент при данной переменной  $\beta_4$  устроен так, чтобы учесть динамику относительных цен на исторических данных.

#### (2.4) Уравнение инфляции ЖКУ

$$\pi_t^{u-cfo} = \beta_1^{u-cfo} * \pi_t^{target} + (1 - \beta_1^{u-cfo}) * \pi_{t-1}^{u-cfo} + \varepsilon_t^{u-cfo} \quad (6),$$

где  $\pi_t^{u-cfo}$  – инфляция жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ);

$\pi_t^{target}$  – цель по инфляции;

$\varepsilon_t^{u-cfo}$  – шок ЖКУ.

$$\beta_1^{u_cfo}$$

0.1

Уравнение (6) инфляции для ЖКУ моделируется отдельно, и, поскольку эта компонента является регулируемой, ее динамика соответствует взвешенному значению цели по инфляции (цены тарифов ЖКУ формируются «по принципу “инфляция минус”, что позволяет сдерживать инфляционные процессы и сокращать нагрузку на потребителей услуг естественных монополий»<sup>4</sup>) и прошлому значению. Параметр при данной переменной ( $\beta_1^{u_cfo} = 0.1$ ) устроен так, чтобы учесть динамику компонента на исторических данных.

Инфляция остальной России формируется отдельно. Динамика инфляции для России в целом, так же, как и в случае с разрывом выпуска, представляет собой средневзвешенное значение региональных темпов роста цен:

$$\pi_t^{ru} = cpi\_cfo\_weight * \pi_t^{cfo} + (1 - cpi\_cfo\_weight) * \pi_t^{ror} \quad (7),$$

где  $cpi\_cfo\_weight$  – вес инфляции ЦФО в инфляции России.

### (3) Уравнение непокрытого процентного паритета

Обменный курс и процентные ставки связаны между собой непокрытым паритетом процентных ставок. Это условие арбитража, которое говорит о том, что ожидаемое изменение курса валют (разница между ожидаемым и фактическим значениями) должно компенсироваться дифференциалом процентных ставок (разница между российской и зарубежной ставками) с поправкой на страновую премию за риск.

$$e_{s_t}^{rub/usd} - s_t^{rub/usd} = (i_t^{ru} - i_t^{us} - prem_t^{ru})/4 + \varepsilon_t^{s_{rub/usd}} \quad (8),$$

где  $e_{s_t}^{rub/usd}$  – ожидаемое значение валютного курса;

$s_t^{rub/usd}$  – валютный курс;

$i_t^{ru}$  – ставка процента в России;

$i_t^{us}$  – зарубежная ставка процента;

$prem_t^{ru}$  – страновая премия за риск;

$\varepsilon_t^{s_{rub/usd}}$  – шок валютного курса.

Ожидания валютного курса предполагают не только ориентацию на прошлое ( $s_{t-1}^{rub/usd}$ ), но и будущее ( $Es_{t+1}^{rub/usd}$ ) значения показателя:

<sup>4</sup>Стратегия развития конкуренции и антимонопольного регулирования в Российской Федерации на период до 2030 года.

$$e_{s_t}^{rub/usd} = \tau_1 * ES_{t+1}^{rub/usd} + (1 - \tau_1) * (s_{t-1}^{rub/usd} + 2 * (\pi_t^{target} + \Delta \bar{z}_t - \pi_{ss}^{us})/4) (9),$$

где  $e_{s_t}^{rub/usd}$  – ожидаемое значение валютного курса;

$s_t^{rub/usd}$  – валютный курс;

$\pi_t^{target}$  – цель по инфляции в России;

$\pi_{ss}^{us}$  – долгосрочное значение инфляции за рубежом;

$\Delta \bar{z}_t$  – равновесная траектория реального валютного курса.

$$\frac{\tau_1}{0.55}$$

В этом уравнении предполагается, что изменение валютного курса будет определяться фундаментальными факторами, такими как инфляционный дифференциал (разница между долгосрочным значением инфляции в России и за рубежом) и равновесная траектория реального обменного курса.

Уравнение также описывает канал валютного курса. Если центральный банк увеличивает процентную ставку, а зарубежные ставки не меняются, обменный курс укрепляется. Более высокая внутренняя процентная ставка привлекает краткосрочный капитал, что при прочих равных укрепляет национальную валюту. Укрепление обменного курса оказывает понижающее давление на цены торгуемых товаров и, соответственно, на инфляцию в целом. Таким образом, существует связь между внутренней процентной ставкой и инфляцией через канал валютного курса.

Стандартно предполагается, что коэффициент при будущем значении показателя должен располагаться в диапазоне от 0.1 до 0.6. При этом, чем больше данный коэффициент, тем более волатилен обменный курс. В нашем случае ряды данных демонстрируют высокую волатильность, что учтено в значении параметра ( $\tau_1 = 0.55$ ).

### Правило монетарной политики

$$i_t^{ru} = \delta_1 * i_{t-1}^{ru} + (1 - \delta_1) * (\bar{r}_t^{ru} + E\pi_{t+4}^{4,ru} + \delta_2 * (E\pi_{t+4}^{4,ru} - E\pi_{t+4}^{target})) + \varepsilon_t^i (10),$$

где  $i_t^{ru}$  – номинальная процентная ставка;

$\bar{r}_t^{ru}$  – реальная равновесная процентная ставка;

$\pi_t^{4,ru}$  – инфляция (год к предыдущему году);

$\pi_t^{target}$  – цель по инфляции;

$\varepsilon_t^i$  – шок монетарной политики.

Реальная равновесная процентная ставка и ожидаемая инфляция представляют собой нейтральную ставку.

$\delta_1$	$\delta_2$
0.68	1.55

Предполагается, что инструмент монетарной политики основан на краткосрочной номинальной процентной ставке. Центральный банк устанавливает ее таким образом, чтобы достичь цели по инфляции  $\pi_t^{target}$ . Стандартное уравнение правила установления ставки центральным банком подразумевает и ориентацию на разрыв выпуска. Однако в нашей концепции это предположение отсутствует, что подчеркивает тот факт, что основная цель Центрального банка РФ – минимизация отклонения ожидаемой инфляции от целевого значения. Процентная ставка отклоняется от своего нейтрального уровня так, чтобы достичь целевого значения.

Параметр при лаге процентной ставки, как правило, лежит в диапазоне от 0.4 до 0.8. При этом данный коэффициент может быть интерпретирован как склонность к стратегии «подождем и посмотрим». Чем выше данный коэффициент, тем больше монетарные власти расположены к тому, чтобы наблюдать за реакцией экономических агентов и изменять процентную ставку постепенно. Параметр при отклонении ожидаемой инфляции от целевого значения стандартно располагается в диапазоне от 0.5 до 2.0, меньшее значение коэффициента также указывает на склонность изменять процентную ставку постепенно.

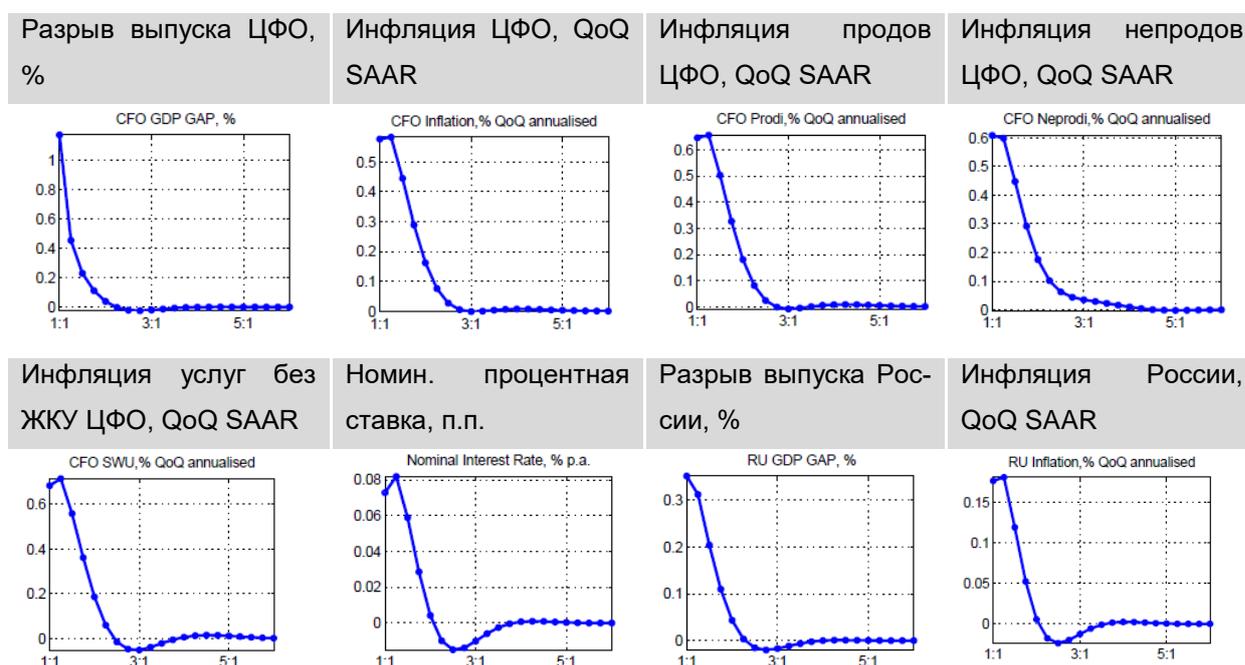
### 3. Свойства модели и прогнозные характеристики

Для иллюстрации свойств модели рассмотрим сценарии и соответствующие импульсные отклики: положительный шок спроса в ЦФО, равный одному стандартному отклонению переменной (табл. 1), положительный шок одного из компонентов инфляции в ЦФО (табл. 2), положительный шок бюджетной системы ЦФО (табл. 3), неожиданное изменение ДКП (табл. 4) и неожиданное обесценение курса рубля (табл. 5). Данные сценарии были выбраны, поскольку они отражают характерную региональную специфику. Реакции переменных на шоки в целом соответствуют результатам модели по России без регионального разбиения (Орлов, 2021). Сценарии с неожиданными изменениями остальных переменных в целом выглядят стандартно для полуструктурных моделей.

Сценарий 1. Предполагается, что произошел положительный шок спроса в ЦФО. Совокупный спрос ЦФО в краткосрочном периоде превышает свое равновесное

значение, вследствие этого разрыв выпуска открывается в положительную область. Положительный разрыв выпуска создает повышательное давление на все компоненты инфляции ЦФО, причем компоненты реагируют по-разному (эффект Балассы – Самуэльсона, эффект переноса валютного курса). Увеличение темпов роста цен ЦФО ускоряет инфляцию по России в целом, на что в свою очередь денежно-кредитная политика реагирует повышением номинальной процентной ставки. Действия монетарных властей позволяют привести систему к равновесию.

Таблица 1. Импульсные отклики переменных на шок спроса ЦФО

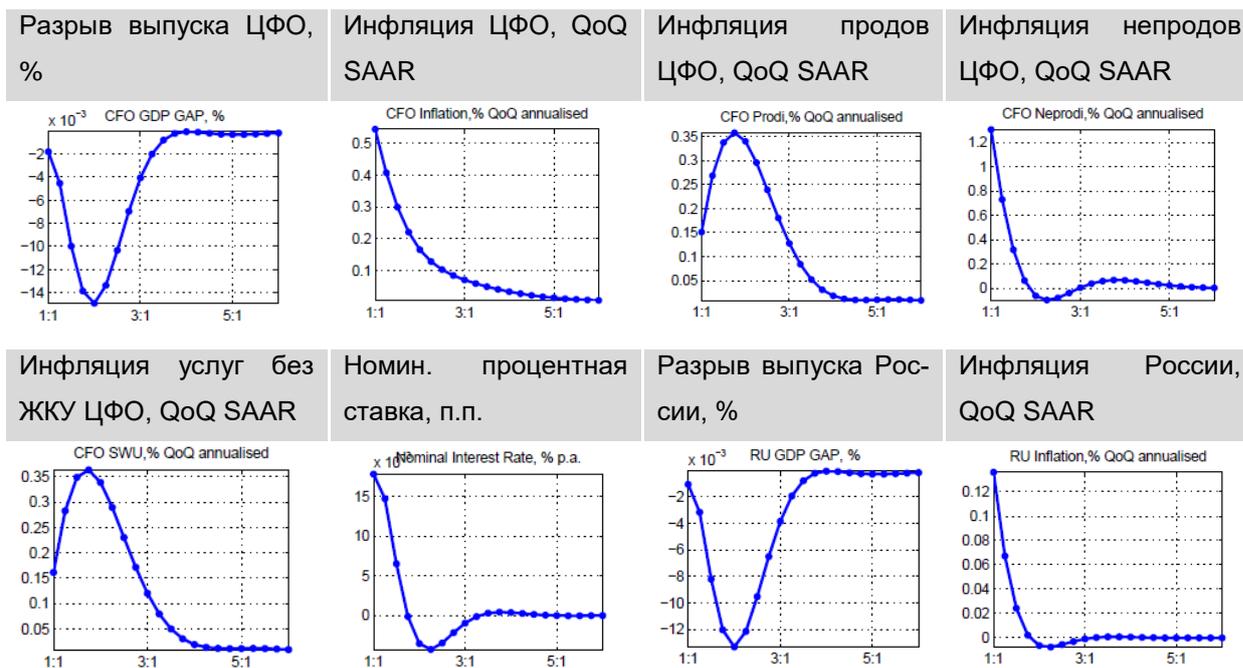


Источник: расчеты авторов.

Сценарий 2. Предполагается, что произошел положительный шок непродовольственной инфляции в ЦФО. Увеличение темпов роста цен непродовольственных товаров ускоряет инфляцию как в ЦФО, так и по России в целом, на что в свою очередь денежно-кредитная политика реагирует повышением номинальной процентной ставки. Рост процентной ставки приводит к сжатию совокупного спроса. В результате разрыв выпуска открывается в отрицательную область и создает понижательное давление на темпы роста цен. Таким образом, система возвращается к устойчивому состоянию. Сценарий с шоками остальных компонентов инфляции выглядит аналогично<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Импульсные отклики на шоки продовольственной инфляции и инфляции услуг без ЖКУ приведены в приложении.

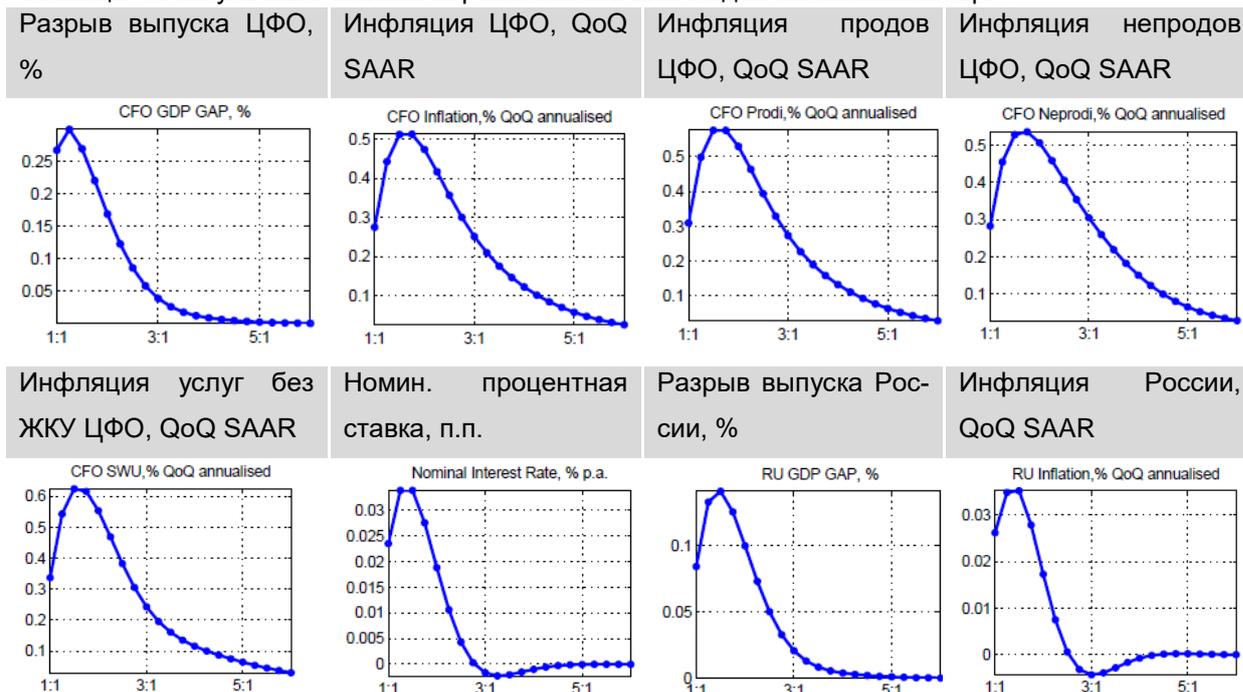
Таблица 2. Импульсные отклики переменных на шок непроизводственной инфляции ЦФО



Источник: расчеты авторов.

Сценарий 3. Предполагается, что произошел положительный шок со стороны бюджетной системы в ЦФО. Дополнительные расходы приводят к расширению спроса в регионе, разрыв выпуска открывается в положительную область, создавая проинфляционное давление. Российские показатели, соответственно, тоже увеличиваются. Чтобы система вернулась к равновесию, необходимо повышение ключевой ставки со стороны денежно-кредитной политики.

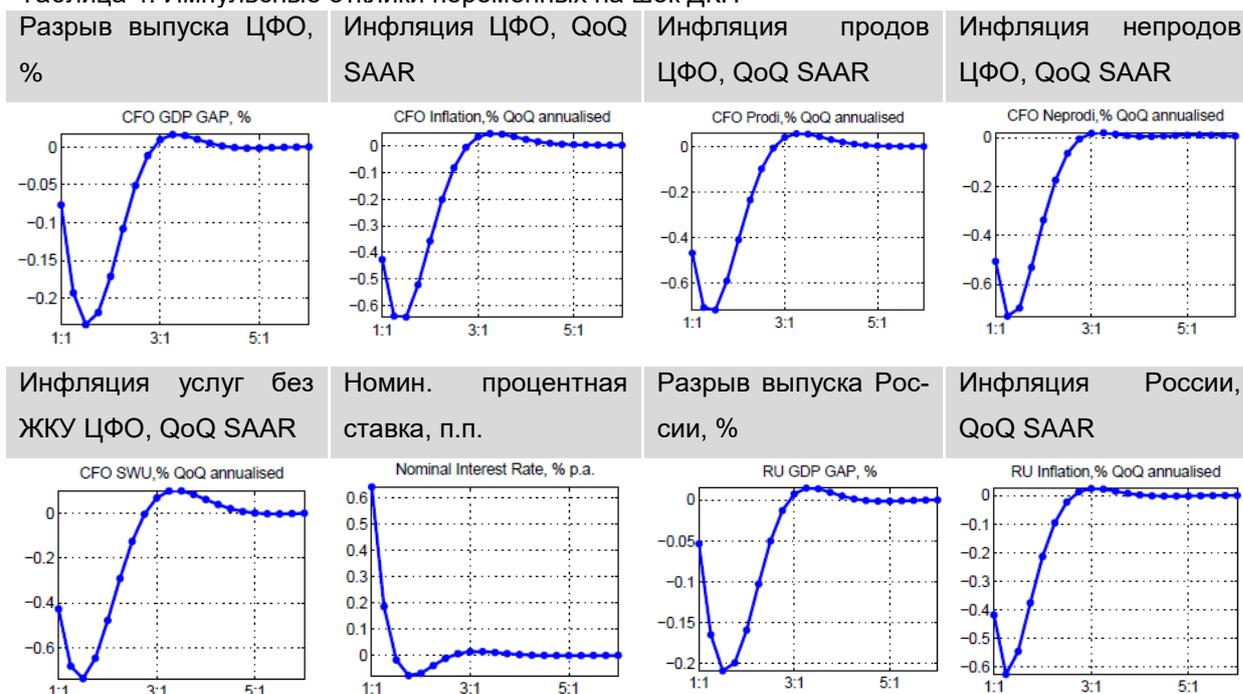
Таблица 3. Импульсные отклики переменных на шок бюджетной политики ЦФО



Источник: расчеты авторов.

Сценарий 4. Предполагается, что произошел неожиданный рост ключевой ставки. Кредиты становятся более дорогими и менее доступными. Соответственно, сокращаются средства на финансирование спроса в России в целом и в ЦФО в частности, темпы роста цен во всех регионах замедляются. Однако шок одномоментный, и через несколько периодов его эффект затухает, а система возвращается к устойчивому состоянию.

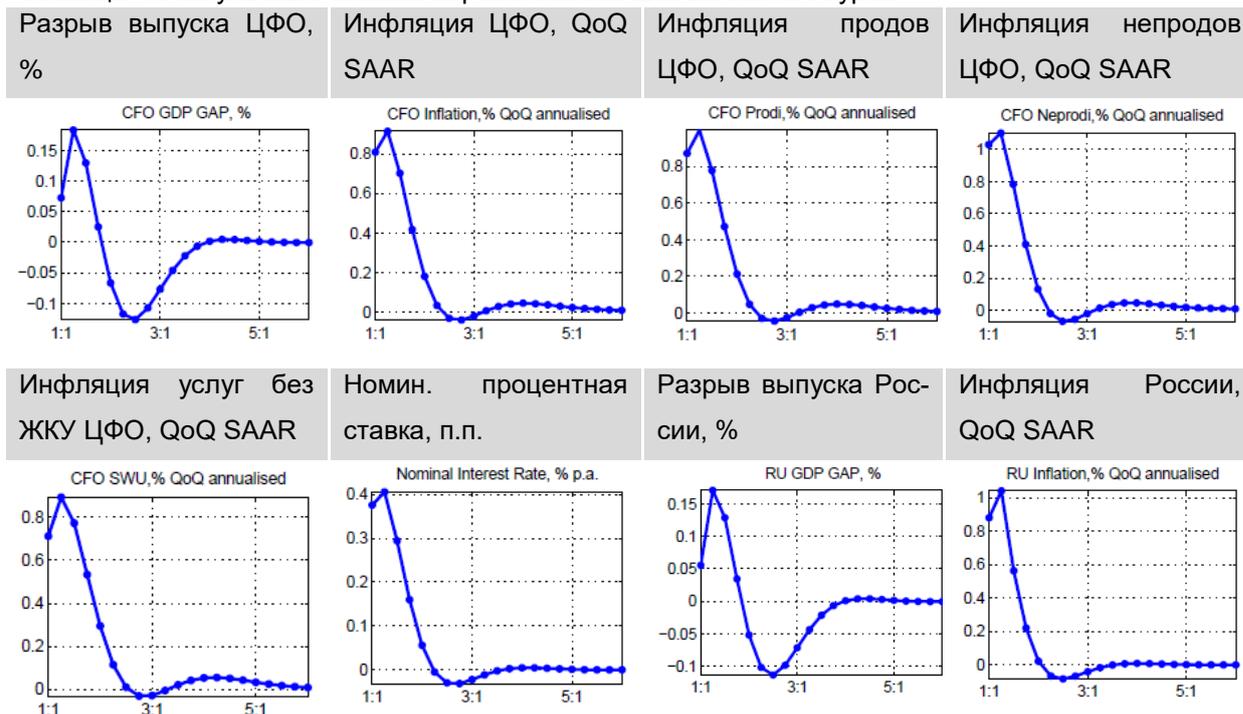
Таблица 4. Импульсные отклики переменных на шок ДКП



Источник: расчеты авторов.

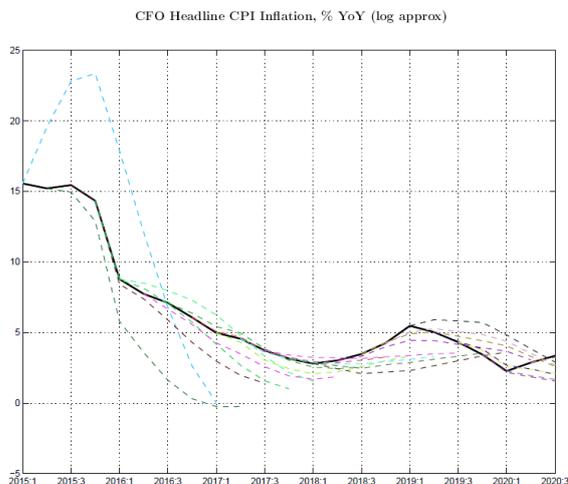
Сценарий 5. Предполагается, что произошло неожиданное укрепление курса доллара к рублю, то есть российская валюта обесценилась. Влияние этого шока на инфляцию происходит напрямую и опосредованно через выпуск. Во-первых, цены импортируемых товаров становятся выше, следовательно, краткосрочно увеличиваются и темпы роста. Во-вторых, поскольку стоимость импорта стала выше, российские товары становятся более привлекательны для местных потребителей. Национальная продукция также становится более конкурентоспособной за рубежом из-за снижения стоимости. Все это приводит к росту чистого экспорта и, соответственно, к росту совокупного выпуска, который начинает превышать потенциальный уровень, что открывает разрыв выпуска в положительную область. Монартные власти реагируют на увеличение темпов роста цен повышением ключевой ставки, что позволяет вернуть систему в равновесие.

Таблица 5. Импульсные отклики переменных на шок валютного курса



Источник: расчеты авторов.

Рисунок 1. Прогноз инфляции внутри выборки, YoY

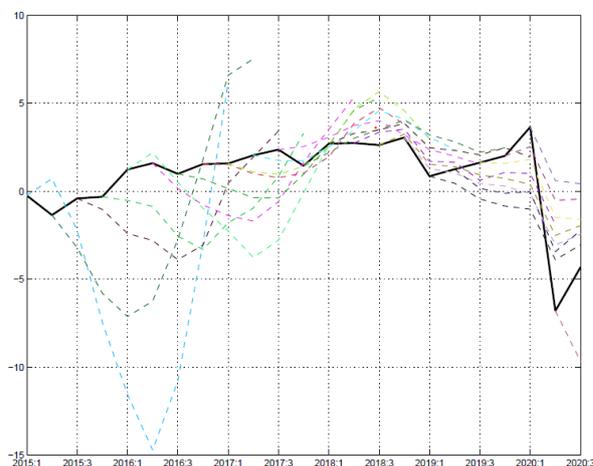


Источник: расчеты авторов.

Оценка качества модели проводится с помощью прогнозов внутри выборки и расчета NRMSE (нормированной среднеквадратической ошибки прогноза). Прогнозы внутри выборки являются одним из инструментов диагностики качества калибровки. Они используются для понимания того, насколько хорошо откалиброванная модель, если бы она использовалась в прошлом, могла бы предсказать данные. Прогнозы внутри выборки показывают, как бы выглядели прогнозы модели, если бы мы запускали модель во все периоды соответствующей истории. На рисунках

1 и 2 в качестве примера приведены такие расчеты для инфляции и роста ВРП ЦФО. Следует отметить, что данные оценки проводятся без учета корректировок со стороны экспертов, которые способствуют улучшению качества прогноза.

Рисунок 2. Прогноз роста ВРП внутри выборки, YoY  
CFO Growth of Real GRP, % YoY (log approx)



Источник: расчеты авторов.

Ниже приведена таблица 6, в которой обозначены среднеквадратичные ошибки прогноза. Стоит отметить, что расчеты NRMSE выполнены на горизонте оцениваемых прогнозов с 2016 по 2019 годы. Период выбран неслучайно: параметры модели соответствуют текущим экономическим условиям, связанным с проведением политики инфляционного таргетирования. В более ранние годы осуществлялись другие режимы денежно-кредитной политики (с 2004 по 2008 гг. – управление трендом и краткосрочными колебаниями валютного курса, с 2009 по 2014 гг. – управление краткосрочными колебаниями валютного курса и процентными ставками) и, соответственно, требовалось установление других параметров модели. 2015 г. исключен, так как являлся переходным годом и включал значительные инфляционные шоки в связи с санкциями и последствиями перехода к свободно плавающему курсу. Логично предположить, что оценка модели на полном периоде доступных данных дает возможность учесть большее количество информации. Однако стоит отметить, что целью работы является анализ текущей ситуации и прогнозирование показателей в регионах. Параметры, оцененные на всей выборке, учитывают те взаимосвязи, которые описывают экономику сейчас, но придают им такой же вес, как и истории. Параметры, которые установились с учетом нового режима ДКП и в завершение восстановительного роста экономики после структурных изменений, наиболее точно подходят для описания взаимосвязей, которые

происходят в экономике на текущий момент, что способствует формированию более точных прогнозов.

Теоретические расчеты прогноза инфляции, участвующие в оценке, не включают пересмотр коэффициентов, которые производились на истории, так как оцениваются только текущие параметры. Кроме того, они не учитывают экспертных корректировок, которые были произведены в ретроспективе. Можно говорить о том, что прогнозы в данном разделе являются безусловными, поскольку не учитывают экзогенно заданных экспертных суждений. Таблица приведена для наглядности прогнозных свойств модели. Из нее видно, что среднеквадратичные ошибки стабилизируются в среднесрочной перспективе, что говорит о том, что подобного типа модели работают хорошо на таком горизонте, что важно для проведения денежно-кредитной политики. Однако необходимо обратить внимание на тот факт, что на коротком горизонте модель прогнозирует хуже, поэтому принято использовать дополнительные модели для краткосрочного прогнозирования.

Таблица 6. Теоретическая нормированная среднеквадратическая ошибка прогноза (NRMSE) по КПМ, п.п. (на расчетном прогнозном периоде с 2016 по 2019 годы)

NRMSE, п.п.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.	7 кв.	8 кв.
Инфляция, YoY	0.11	0.16	0.22	0.30	0.32	0.35	0.34	0.31

Источник: расчеты авторов.

Таблица 7. Соотношение нормированных среднеквадратических ошибок прогноза (NRMSE) по КПМ и по модели случайного блуждания, ед. (на расчетном прогнозном периоде с 2016 по 2019 годы)<sup>6</sup>

Отношение, ед.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.	7 кв.	8 кв.
Инфляция, YoY	0.39	0.45	0.50	0.59	0.58	0.62	0.56	0.53

Источник: расчеты авторов.

## 4. Результаты моделирования

Модель позволяет получить информацию о ненаблюдаемых переменных, используя фильтр Калмана. С его помощью на историческом периоде сглаживаются колебания, которые не связаны с фундаментальными факторами, и выделяются равновесные уровни показателей. Предполагается, что в долгосрочном периоде

<sup>6</sup> Если значение соотношения меньше 1, тестируемая модель точнее модели случайного блуждания.

равновесные значения сходятся к своим значениям в стационарном состоянии. Таким образом, фильтрация дает возможность оценить величину разрывов переменных в модели. Ниже представлены оценка фильтром выпуска, разрыва выпуска ЦФО, нейтральной ставки и инфляции ЦФО, которые являются отправной точкой для внесения экспертных суждений на дальнейших этапах.

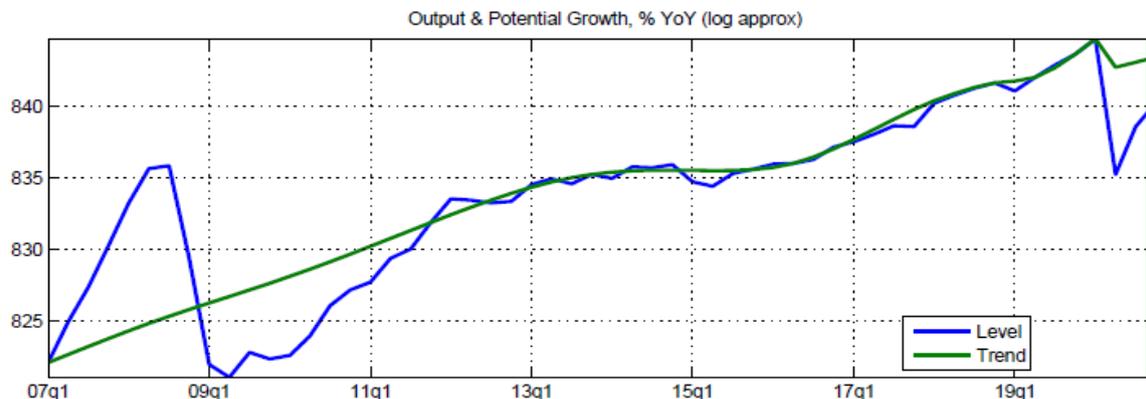
Вплоть до 2008 г. экономика ЦФО, как и России в целом, переживала стремительный рост, связанный с восстановлением после начала 2000-х гг., что отражалось в превышении темпов роста фактического ВРП над потенциальным значением и, соответственно, положительном разрыве выпуска. Затем период экономического роста прервал мировой финансово-экономический кризис, который существенно ударил по всем регионам России. В начале 2009 г. рубль обесценился более чем на 20%, а обвал внешнего спроса спровоцировал значительное падение выпуска во всех регионах России, включая ЦФО. После кризиса начался длительный период восстановления экономики, которое протекало медленно из-за снижения уровня инвестиционной активности и медленного роста объема реального потребления.

В 2013–2014 гг. потенциальный рост экономики замедлился, преимущественно из-за падения цен на нефть, что стало одной из основных причин замедления экономической активности. Несмотря на это, инфляция начала ускорение и в 2014 г. вышла за пределы целевого диапазона Банка России. Ее ускорение было связано с ограничениями на импорт, введенными в ответ на западные санкции, и ослаблением национальной валюты. К концу 2014 г. Банк России перешел к режиму таргетирования инфляции и плавающего валютного курса, после чего инфляция начала стабилизироваться.

С II квартала 2020 г. разрыв выпуска ЦФО открывается в значительную отрицательную область, что связано с рецессией, спровоцированной простоем предприятий и закрытием бизнесов ввиду коронакризиса. Кроме того, понижающее давление оказывают снижение цен на нефть, замедление деловой активности за рубежом и в остальной России. По нашим оценкам, потенциальная траектория ВРП ЦФО также пошла на спад из-за заморозки инвестиционных проектов, ограничений по добычи нефти в рамках сделки ОПЕК+, сокращения сектора МСП и прочего. С началом кризиса инфляция ускорилась, что было связано с ростом ажиотажного спроса и ослаблением курса, после чего происходило ее замедление на фоне слабого потребительского спроса, ухудшения ситуации на рынке труда и по-

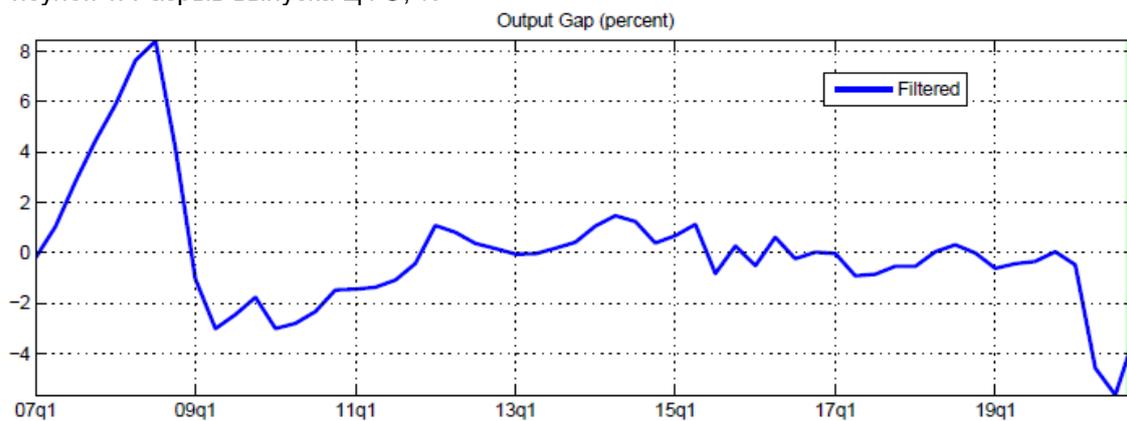
нижения доходов населения. Банк России реагировал на сложившуюся ситуацию снижением процентных ставок в область мягкой денежно-кредитной политики. В дальнейшем нами ожидается переход ставок к долгосрочному нейтральному значению, который мы оцениваем на уровне 5,5%.

Рисунок 3. ВРП ЦФО, фактический и потенциальный, %



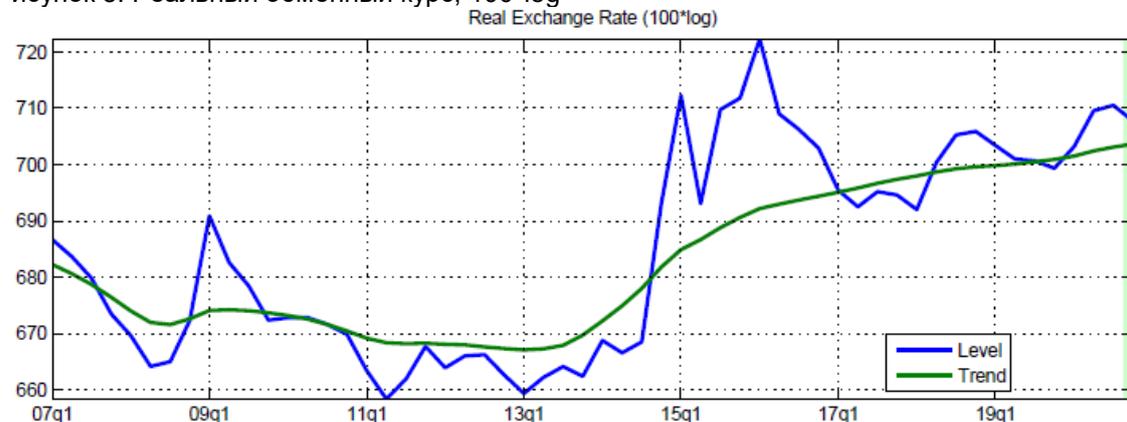
Источник: расчеты авторов.

Рисунок 4. Разрыв выпуска ЦФО, %



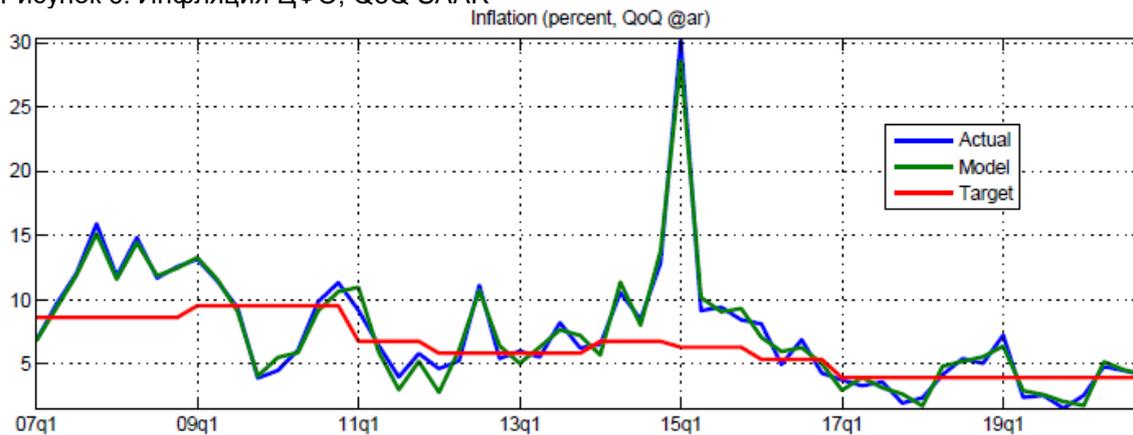
Источник: расчеты авторов.

Рисунок 5. Реальный обменный курс,  $100 \cdot \log$



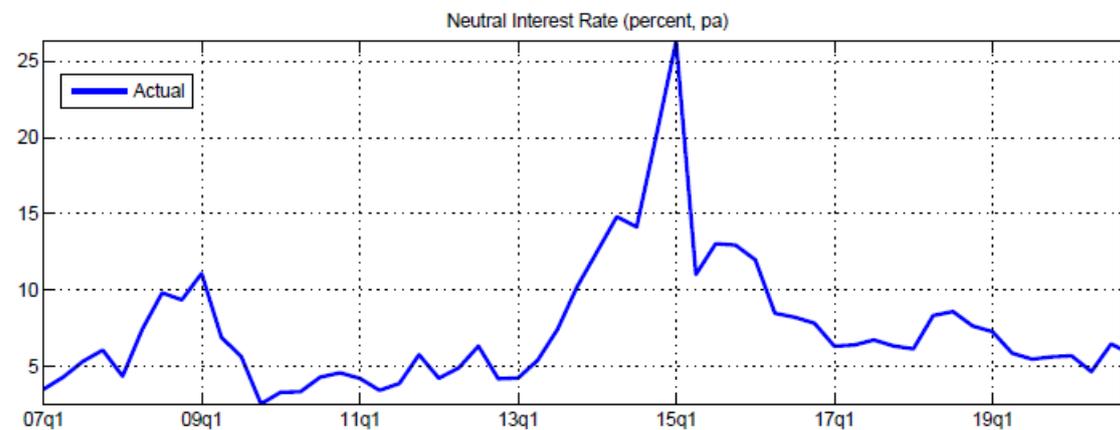
Источник: расчеты авторов.

Рисунок 6. Инфляция ЦФО, QoQ SAAR



Источник: расчеты авторов.

Рисунок 7. Оценка нейтральной ставки, %



Источник: расчеты авторов.

## Заключение

В конце 2014 г. Банк России принял решение о переходе к режиму таргетирования инфляции. Как следствие, выросла значимость понимания ожидаемой траектории показателей (в частности инфляции) при различных сценариях на уровне регионов. Стоит отметить, что Банк России таргетирует ожидаемую инфляцию по России в целом, являющуюся совокупным показателем, который складывается из взвешенных значений инфляции в регионах. Однако российская экономика довольно неоднородна по регионам, что приводит к соответствующей дифференциации темпов роста цен. Чтобы эффективно проводить монетарную политику, следует учитывать всю доступную информацию на момент принятия решений и видение будущих траекторий показателей, в том числе региональных, что важно с точки зрения подготовки материалов к принятию решений по денежно-кредитной политике и проведения информационной политики.

На данный момент существует не так много специальной литературы, которая бы освещала современные подходы к моделированию и прогнозированию показателей регионов внутри зоны единой валюты. В работе представлена региональная квартальная прогнозная модель, которая является инструментом для исследования и прогнозирования особенностей регионов внутри одной страны. Она представляет собой модификацию стандартной КПМ, однако учитывает особенности региональных экономик и их связи между собой. В модели Россия разделена на два региона: ЦФО и остальная Россия, что позволяет анализировать влияние локальных и общероссийских шоков.

Необходимо отметить, что модель позволяет не только делать прогнозы и повышать качество дискуссии при принятии решений, но и может быть использована в исследовательских целях. В дальнейшем предполагается обращаться к этому инструменту для изучения устойчивости региональной дифференциации инфляции. Кроме того, опыт построения модели на примере ЦФО может быть масштабирован на другие регионы России.

## Список литературы

1. Демиденко М., Карачун О., Коршунов Д. и др. (2016). Система анализа и макроэкономического прогнозирования Евразийского экономического союза // М.: ЕЭК, СПб.: ЦИИ ЕАБР, 2016. 116 с.
2. Жемков М. (2019). Региональные эффекты таргетирования инфляции в России: факторы неоднородности и структурные уровни инфляции // Вопросы экономики. Т. 2019. – № 9. С. 70–89.
3. Могилат А. (2017). Обзор основных каналов трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики и инструментов их анализа в Банке России // Деньги и кредит. 2017. – № 9.
4. Новак А., Шульгин А. (2020). Денежно-кредитная политика в экономике с региональной неоднородностью: подходы на основе агрегированной и региональной информации // Банк России. Серия докладов об экономических исследованиях.
5. Перевышин Ю., Синельников-Мурылев С., Трунин П. (2017). Факторы дифференциации цен в российских регионах // Экономический журнал ВШЭ. Т. 21. № 3/2017.
6. Синельников-Мурылев С., Перевышин Ю., Трунин П. (2020). Различия темпов роста потребительских цен в российских регионах. Эмпирический анализ // Экономика региона. Т. 16, вып. 2. С. 479–493.
7. Albonico A., Cales L., Cardeni R., Croitorov O., Ferroni F., Giovannini M., Hohberger S., Pataracchia B., Pericoli F., Raciborski R., Ratto M., Roeger W., Vogel L. (2019). The Global Multi-Country Model (GM): An Estimated DSGE Model for the Euro Area Countries // JRC Working Papers in Economics and Finance. 2017/10.
8. Beneš J., Hlédik T., Vavra D., Vlček J. (2003). The Quarterly Projection Model and its Properties // Czech National Bank. Eds.: Coats W., Laxton D., Rose D.
9. Berg A., Karam P. D., Laxton D. (2006a). A Practical Model-Based Approach to Monetary Policy Analysis – Overview // IMF Working Papers 06/80.
10. Berg A., Karam P. D., Laxton D. (2006b). Practical Model-Based Approach to Monetary Policy Analysis – A How-To Guide // IMF Working Papers 06/81.
11. Burriel P., Fernández-Villaverde J., Rubio-Ramírez J. F. (2010). MEDEA: a DSGE model for the Spanish economy // SERIEs. 1. Pp. 175–243.

12. De Haan J. (2010) Inflation differentials in the euro-area: a survey // De Haan J., Berger H. The European Central Bank at ten. Springer-Verlag. Pp. 11–32.
13. Deryugina E., Karlova N., Ponomarenko A., Tsvetkova A. (2019). The role of regional and sectoral factors in Russian inflation developments // Economic Change and Restructuring, 52(4). Pp. 453–474.
14. Gadatsch N., Hauzenberger K., Stähler N. (2016). Fiscal policy during the crisis: A look on Germany and the Euro area with GEAR // Economic Modelling. 52. Pp. 997–1016.
15. Jakab Z., Lukyantsau P., Wang S. (2015). A Global Projection Model for Euro Area Large Economies // IMF Working Paper WP/15/50.
16. Jeanfils P., K. Burggraeve K. (2008). NONAME: A new quarterly model for Belgium // Economic Modelling. 25. Pp. 118–127.
17. Pienkowski A. (2019). A Three-Country Macroeconomic Model for Portugal // IMF Working Paper WP/19/281.

## Приложение

### 1. Моделирование бюджетного сектора.

$$def_t^{cfo} = \overline{def}_t^{cfo} + \widehat{def}_t^{cfo},$$

где  $def_t^{cfo}$  – наблюдаемый бюджетный дефицит ЦФО по отношению к ВРП ЦФО;

$\overline{def}_t^{cfo}$  – структурный бюджетный дефицит ЦФО по отношению к ВРП ЦФО;

$\widehat{def}_t^{cfo}$  – циклическая компонента бюджетного дефицита ЦФО по отношению к ВРП ЦФО.

$$\overline{def}_t^{cfo} = \gamma_1^{cfo} * \overline{def}_{t-1}^{cfo} + (1 - \gamma_1^{cfo}) * (def_t^* - \gamma_2^{cfo} * (\overline{y}_t^{cfo} - \overline{y}_{ss}^{cfo})) + \varepsilon_t^{\overline{def}^{cfo}},$$

где  $\overline{def}_t^{cfo}$  – структурный бюджетный дефицит ЦФО по отношению к ВРП ЦФО;

$def_t^*$  – целевые установки правительства на среднесрочную и долгосрочную перспективу;

$(\overline{y}_t^{cfo} - \overline{y}_{ss}^{cfo})$  – отклонение равновесного выпуска ЦФО от значения в устойчивом состоянии;

$\varepsilon_t^{\overline{def}^{cfo}}$  – шок структурного дефицита ЦФО.

$$def_t^{cfo} = \gamma_3^{cfo} * def_{t-1}^{cfo} + (1 - \gamma_3^{cfo}) * (def_t^* - \gamma_4^{cfo} * (def_{t-1}^{cfo} - def_{t-1}^*) - \gamma_5^{cfo} * \hat{y}_t^{cfo}) + \varepsilon_t^{def^{cfo}},$$

где  $def_t^{cfo}$  – наблюдаемый бюджетный дефицит ЦФО по отношению к ВРП ЦФО;

$def_t^*$  – целевые установки правительства на среднесрочную и долгосрочную перспективу;

$\hat{y}_t^{cfo}$  – разрыв выпуска ЦФО;

$\varepsilon_t^{def^{cfo}}$  – шок дефицита ЦФО.

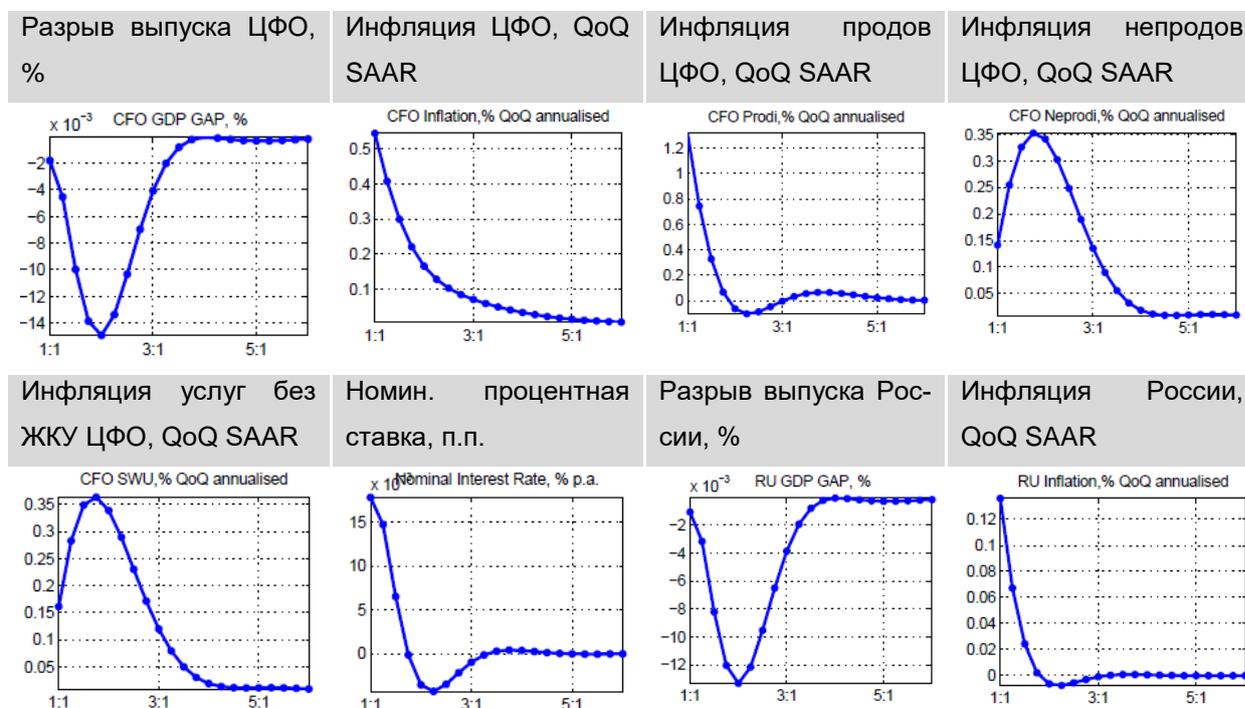
$\gamma_1^{cfo}$	Коэффициент при лаге в уравнении формирования структурного бюджетного дефицита	0.5
$\gamma_2^{cfo}$	Коэффициент при отклонении равновесного выпуска от значения в устойчивом состоянии в уравнении формирования структурного бюджетного дефицита	0.3
$\gamma_3^{cfo}$	Коэффициент при лаге в уравнении формирования наблюдаемого бюджетного дефицита	0.8

$\gamma_4^{cfo}$	Коэффициент при отклонении наблюдаемого бюджетного дефицита от целевых установок правительства в уравнении формирования наблюдаемого бюджетного дефицита	0.3
$\gamma_5^{cfo}$	Коэффициент при разрыве выпуска в уравнении формирования наблюдаемого бюджетного дефицита	0.3

Бюджетный дефицит остальной России моделируется аналогичным образом.

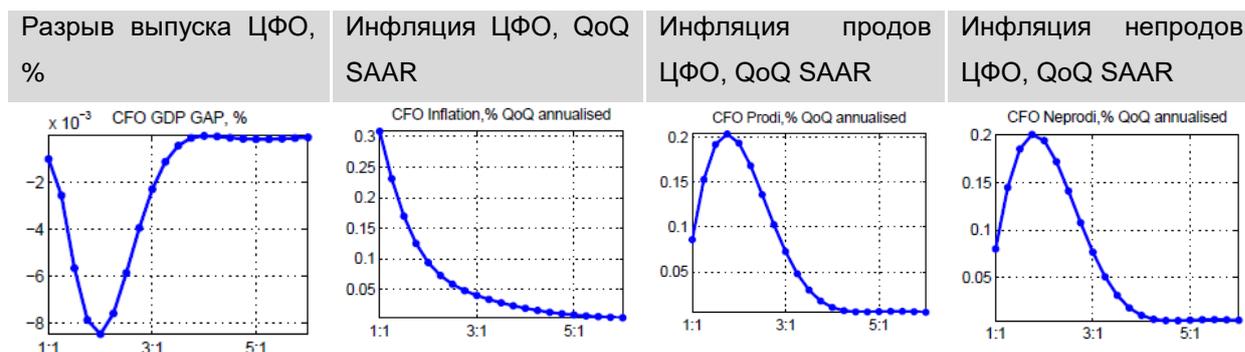
## 2. Импульсные отклики на шоки остальных компонент инфляции в ЦФО.

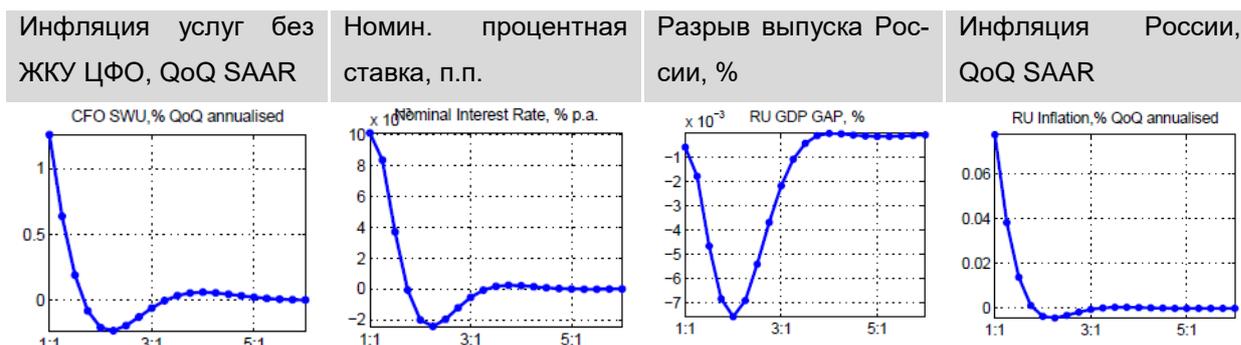
Таблица 8. Импульсные отклики переменных на шок продовольственной инфляции ЦФО



Источник: расчеты авторов.

Таблица 9. Импульсные отклики переменных на шок инфляции без ЖКУ ЦФО





Источник: расчеты авторов.

### 3. Чувствительность модели к калибровке

Рассмотрим чувствительность модели к калибровке ряда ключевых показателей с помощью импульсных откликов. В альтернативном сценарии калибровки предполагаются следующие изменения относительно базового:

- Более высокая инерционность спроса;
- Канал обменного курса имеет большее влияние, чем канал процентной ставки;
- Спрос чуть больше зависим от внешних условий (цена на нефть, зарубежный спрос) и чуть меньше – от внутренних (спрос остальной России, фискальный импульс);
- Инфляционные ожидания более «заякорены»;
- Несколько ниже влияние спроса и переноса валютного курса в инфляцию;
- Монетарные власти меньше склонны к политике «пождем и посмотрим» и готовы изменять ставку более решительно.

Интересующие нас параметры и их значения в базовом и альтернативном сценариях приведены в таблице 1.

Таблица 1. Альтернативный вариант калибровки модели

Параметр	Обозначение	Базовый	Альтерн.
$\alpha_1^{cfo}$	Коэффициент при ожиданиях в уравнении разрыва выпуска	0.4	0.3
$\alpha_2^{cfo}$	Коэффициент при лаге в уравнении разрыва выпуска	0.3	0.4
$\alpha_3^{cfo}$	Коэффициент при разрыве процентной ставки в уравнении разрыва выпуска	0.1	0.05
$\alpha_4^{cfo}$	Коэффициент при разрыве обменного курса в уравнении разрыва выпуска	0.05	0.1

$\alpha_5^{cfo}$	Коэффициент при разрыве цены нефти в уравнении разрыва выпуска	0.02	0.05
$\alpha_6^{cfo}$	Коэффициент при разрыве зарубежного выпуска в уравнении разрыва выпуска	0.05	0.1
$\alpha_7^{cfo}$	Коэффициент при разрыве выпуска остальной России в уравнении разрыва выпуска	0.25	0.15
$\alpha_8^{cfo}$	Коэффициент при фискальном импульсе в уравнении разрыва выпуска	0.15	0.1
$\beta_1^{p-cfo}$	Коэффициент при ожиданиях в продовольственной кривой Филлипса	0.5	0.6
$\beta_2^{p-cfo}$	Коэффициент при разрыве обменного курса в продовольственной кривой Филлипса	0.3	0.2
$\beta_3^{p-cfo}$	Коэффициент при разрыве выпуска в продовольственной кривой Филлипса	0.3	0.2
$\beta_4^{p-cfo}$	Коэффициент при разрыве относительных цен в продовольственной кривой Филлипса	0.25	0.2
$\beta_1^{np-cfo}$	Коэффициент при ожиданиях в непродовольственной кривой Филлипса	0.5	0.6
$\beta_2^{np-cfo}$	Коэффициент при разрыве обменного курса в непродовольственной кривой Филлипса	0.4	0.3
$\beta_3^{np-cfo}$	Коэффициент при разрыве выпуска в непродовольственной кривой Филлипса	0.3	0.2
$\beta_4^{np-cfo}$	Коэффициент при разрыве относительных цен в непродовольственной кривой Филлипса	0.25	0.2
$\beta_1^{swu-cfo}$	Коэффициент при ожиданиях в кривой Филлипса услуг без ЖКУ	0.5	0.6
$\beta_2^{swu-cfo}$	Коэффициент при разрыве обменного курса в кривой Филлипса услуг без ЖКУ	0.2	0.1
$\beta_3^{swu-cfo}$	Коэффициент при разрыве выпуска в кривой Филлипса услуг без ЖКУ	0.3	0.2
$\beta_4^{swu-cfo}$	Коэффициент при разрыве относительных цен в кривой Филлипса услуг без ЖКУ	0.25	0.2
$\beta_1^{u-cfo}$	Коэффициент при целевой инфляции в уравнении инфляции ЖКУ	0.1	0.1
$\tau_1$	Коэффициент при ожидаемом изменении валютного курса в уравнении паритета процентных ставок	0.55	0.6
$\delta_1$	Коэффициент при лаге процентной ставки в уравнении правила ДКП	0.68	0.5
$\delta_2$	Коэффициент при отклонении инфляции от цели в уравнении правила ДКП	1.55	1.2

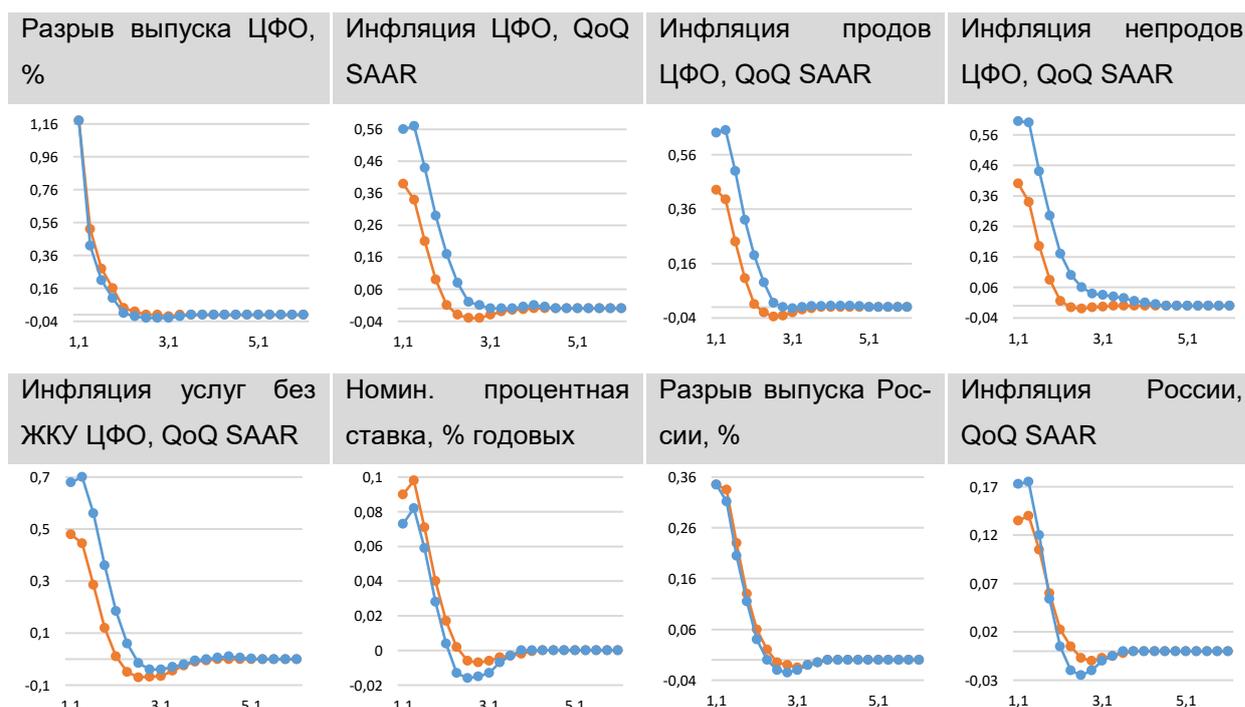
Источник: расчеты авторов.

В таблицах 2 и 3 представлены импульсные отклики основных переменных модели на шок спроса ЦФО и шок непродуктивной инфляции ЦФО соответственно.

Отклики спроса как ЦФО, так и России в целом на шок спроса ЦФО при альтернативном варианте калибровки соответствуют откликам при базовом варианте (табл. 2). Однако, поскольку мы задали менее инерционные ожидания инфляции, более слабая зависимость инфляции от спроса и более решительная реакция монетарной политики на отклонение инфляции от цели, компоненты инфляции реагируют на шок не так интенсивно, а монетарные власти, напротив, поднимают процентную ставку до более высокого уровня, благодаря чему инфляция раньше возвращается к цели, в отличие от базового сценария калибровки.

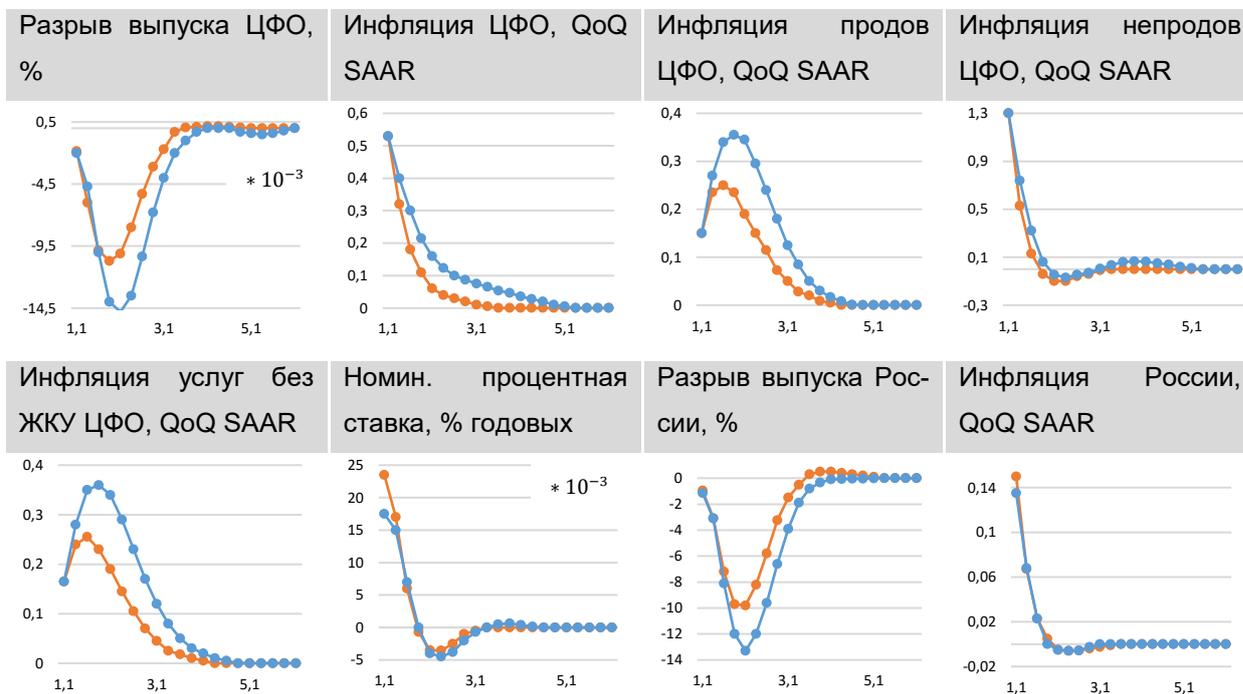
Аналогично в случае шока темпа роста цен на непродуктивные товары остальные компоненты инфляции реагируют не так интенсивно, тогда как процентная ставка растет стремительнее (табл. 3). Кроме того, разрыв выпуска как ЦФО, так и России в целом в сценарии альтернативной калибровки слабее реагируют на изменение монетарных условий, что связано с тем, что процентный канал имеет меньшее влияние по сравнению с базовым сценарием.

Таблица 2. Импульсные отклики переменных на шок спроса ЦФО (сравнение **базового** и **альтернативного** сценариев)



Источник: расчеты авторов.

Таблица 3. Импульсные отклики переменных на шок непродовольственной инфляции ЦФО (сравнение **базового** и **альтернативного** сценариев)



Источник: расчеты авторов.