

Квартальная модель прогнозирования для Беларуси: методологические аспекты и практическое применение

BEROC Working Paper Series, WP no. 82

РЕЗЮМЕ: В работе представлена квартальная модель прогнозирования (QPM) для экономики Беларуси. Модель базируется на принципах нового кейнсианства и учитывает ключевые характеристики белорусской экономики и денежно-кредитной сферы. Симуляции в рамках QPM позволили изучить реакцию важнейших макроэкономических индикаторов Беларуси в ответ на воздействие распространенных шоков, а также обосновать отличия в поведении экономической системы под воздействием шоков при различном дизайне монетарной и курсовой политики. Приложение QPM к эмпирическим данным по Беларуси сделало возможным оценку динамики ненаблюдаемых макроэкономических индикаторов, характера монетарной, курсовой и фискальной политики, драйверов инфляционных процессов и экономического цикла. На основе QPM разработан сценарный макроэкономический прогноз для Беларуси на 2023–2024 гг.

Ключевые слова: QPM, модель, ВВП, разрыв выпуска, равновесный уровень, инфляция, монетарная политика, процентная ставка, валютный курс, функция импульсного отклика, спецификация, калибровка, симуляция

JEL: E17, E32, E52, C32, C54

1. Введение

Качественная и доступная экономическая аналитика высоко востребованы у граждан, бизнеса и органов государственного управления в современном мире. Происходящие в Беларуси и географических соседях изменения в политических, социальных и экономических условиях только усиливают потребность в экспертных оценках текущей экономической ситуации и прогнозах на будущее. Важно, чтобы эти оценки были подкреплены надежным аналитическим и прогностическим инструментарием. Подобный инструментарий должен отвечать требованиям адекватности аппроксимируемой им реальности, внутренней согласованности получаемых результатов, быть понятным для экспертов и объяснимым для бизнеса и широкой общественности, не громоздким и максимально простым в обслуживании.

Приведенные выше рассуждения послужили мотивацией для разработки квартальной модели прогнозирования (далее – QPM) для белорусской экономики. QPM – это полуструктурная гэлп-модель, которая является полезным инструментом для анализа текущего состояния экономики, монетарной, курсовой и фискальной политики государства, макроэкономического прогнозирования, а также симуляций сценариев изменения подходов к реализации экономической политики. Модели типа QPM получили широкое распространение в среде международных организаций, а также центральных банков, так как они обеспечивают эффективную поддержку принятия решений в области монетарной политики.¹

QPM обладает гибкой структурой, позволяющей инкорпорировать экспертные суждения, сравнительно проста для сопровождения, позволяет наглядно, последовательно и внутренне согласованно объяснить картину происходящего в экономике, сформировать прогнозные сценарии и выработать рекомендации по применению тех или иных мер экономической политики.

В отличие от эконометрических моделей QPM имеет более надежное теоретическое обоснование, в целом базирующееся на микроэкономических принципах. В отличие от полных структурных моделей (далее – DSGE) на параметры полуструктурных моделей не устанавливаются строгие структурные ограничения, а большинство

¹ См.: Demidenko et al., 2016, Benes et al., 2017, Musil et al., 2018, Bokan & Ravnik, 2018, Hlédic et al., 2018, Grui & Vdovychenko, 2019, Abradu-Otoo et al., 2022.

микроэкономических переменных аппроксимируется макроэкономическими показателями. В условиях ограниченных статистических данных для белорусской экономики и присутствия множественных структурных сдвигов оценивание структурных параметров существенно затруднено.

К ограничениям предложенной в настоящем исследовании QPM, помимо не строгой приверженности микроэкономическим основам, следует отнести ее линейность. Это затрудняет оценивание ненаблюдаемых переменных на глубоком историческом периоде, который в Беларуси характеризовался изменением режимов монетарной и курсовой политик. Линейная форма модели не позволяет использовать разную спецификацию уравнений и калибровку параметров для разных временных периодов. В связи с этим мы в большей степени концентрируемся на крайнем временном горизонте, надежное оценивание экономической ситуации в котором критически важно для прогнозирования.

Мы расширяем типичную «каноническую» структуру QPM для учета особенностей белорусской экономики. В предложенную в настоящем исследовании модель инкорпорированы: 1) влияние внешнеторговых операций и углубляющейся изоляции финансового сектора экономики Беларуси на динамику курса белорусского рубля и внутренних процентных ставок; 2) проведение Национальным банком Беларуси (далее – Нацбанк) неполностью стерилизуемых валютных интервенций для сглаживания динамики валютного курса; 3) неполный контроль Нацбанка за краткосрочной процентной ставкой денежного рынка; 4) неполный и продолжительный перенос изменений краткосрочной процентной ставки денежного рынка на ставки по кредитам и депозитам; 5) воздействие бюджетной политики и активного государственного регулирования заработных плат на экономическую активность; 6) различия в движущих факторах базовой и небазовой инфляции; 7) воздействие на внутреннюю экономику не одного, а нескольких стран – ключевых экономических партнеров Беларуси.

Применение QPM к эмпирическим данным позволило обосновать вхождение белорусской экономики в рецессию уже в конце 2021 г. и ее существенное углубление под воздействием ужесточения санкций западных стран в первой половине 2022 г. При этом рост потенциального ВВП Беларуси опустился примерно до 0% в II квартале 2022 г., а его восстановление к представляющемуся устойчивому темпу 1% в год может растянуться на несколько лет. Несмотря на слабость внутреннего спроса, инфляционные процессы в первом полугодии 2022 г. интенсифицировались вследствие взрывного повышения инфляционных ожиданий на фоне возросшей неопределенности и рисков, а также

увеличения недооцененности белорусского рубля в терминах реального эффективного курса (далее – РЭК). Процентные ставки кредитно-депозитного рынка в 2022 г. опустились ниже своих нейтральных уровней в результате сдержанной реакции Нацбанка на инфляционный шок.

На основе QPM разработан сценарный макроэкономический прогноз для Беларуси на 2023–2024 гг. Базовый сценарий предполагает сохранение действующих санкционных ограничений, умеренное ослабление деловой активности в странах – торговых партнерах и постепенное снижение внешнего инфляционного давления. Подходы к реализации внутренней экономической политики сохранятся, существенного наращивания необеспеченной денежной эмиссии не закладывается. Симуляции в рамках базового сценария на основе QPM показывают, что белорусская экономика по мере адаптации к санкциям может продемонстрировать слабый восстановительный рост ВВП примерно на 0,4% и 1,4% соответственно в 2023 и 2024 гг. Инфляция останется выше цели 6% из-за повышенных инфляционных ожиданий и прогнозируется вблизи 8–10% в 2023–2024 гг. Прогнозируется постепенный возврат РЭК к равновесному уровню в 2023–2024 гг. по мере сокращения внешнеторгового профицита.

Альтернативный сценарий предполагает сохранение пассивной монетарной политики и существенное наращивание необеспеченной денежной эмиссии в 2023 г. Это может обеспечить среднегодовой рост ВВП около 2,3% в 2023–2024 гг., однако инфляция может приблизиться к 10% по итогам 2023 г. и к 15% в 2024 г. В результате рост цен начнет угнетать экономическую активность и уже во второй половине 2024 г. белорусская экономика перейдет к рецессии.

В последующих разделах рабочего материала мы обсуждаем базовые методологические аспекты построения QPM для белорусской экономики и апробируем модель на эмпирических данных. В разделе 2 представлены типичная «каноническая» структура QPM и основные характеристики модели. Наколенный опыт приложения QPM к экономике Беларуси изучен в разделе 3. В разделе 4 представлена базовая спецификация QPM для белорусской экономики и обсуждены вопросы калибровки параметров модели. Верификация калибровки параметров QPM, в том числе анализ функций импульсного отклика важнейших макроэкономических индикаторов на шоки, приведена в разделе 5. Ретроспективная динамика важнейших макроэкономических показателей обсуждается в разделе 6. В разделе 7 проведена апробация QPM для сценарного прогнозирования. Итоги подводятся в разделе 8.

2. Методологические аспекты QPM

Математически QPM представляет собой систему уравнений, включающих представление устойчивого состояния экономики, удовлетворяющего условиям равновесия в долгосрочном периоде. QPM базируется на приведенных (лог-линейных) уравнениях полной динамической стохастической модели общего равновесия (DSGE). Это означает, что ключевые уравнения QPM имеют экономическую интерпретацию. В то же время некоторые составляющие QPM являются ad-hoc элементами, что отличает ее от DSGE. Так, QPM имеет де-факто рудиментарный блок предложения: большинство трендов (равновесных составляющих) экономических переменных представляют собой стохастические процессы, гарантирующие конвергенцию показателей в среднесрочном периоде к экзогенно определенному устойчивому состоянию (Berg et al., 2006a). Кроме того, параметры QPM не выводятся из структурных параметров, например таких как коэффициент дисконтирования или эластичность межвременного замещения, а напрямую калибруются или, реже, оцениваются. В результате структура QPM не полностью удовлетворяет релевантным условиям «клиринга» рынка (market clearing conditions) и согласованности запасов и потоков (Mæhle et al., 2021). В связи с этим QPM зачастую называют полуструктурной моделью. Ее преимущества перед полными DSGE заключаются в большей гибкости в плане аппроксимации эмпирических данных и учета страновых особенностей, а также в упрощении работы с моделью.

QPM является гэп-моделью (Mæhle et al., 2021). Ключевые уравнения QPM представлены в отклонениях (разрывах или гэпах) макроэкономических переменных от своих равновесных уровней, где под равновесным понимается такой уровень экономического показателя, который не оказывает ни повышающего, ни понижающего давления на инфляцию (уровень инфляции соответствует инфляционным ожиданиям).

В целом QPM сочетает в себе основные положения новой кейнсианской теории, касающиеся несовершенства рынка и присутствия номинальных и реальных жесткостей в экономике, и новой неоклассической макроэкономики и теории реального делового цикла — включение рациональных ожиданий в динамические стохастические модели общего равновесия.

Ключевых характеристики QPM можно систематизировать следующим образом:

- полуструктурная гэп-модель. QPM анализирует циклы (гэпы) вокруг трендов и работает с потоками. Структурные уравнения имеют экономическую интерпретацию. Тренды моделируются как стохастические процессы со сходимостью к устойчивому уровню;
- модель общего равновесия. QPM имеет экзогенно-определенное стабильное состояние аппроксимируемой моделью экономической системы в целом, а не ее отдельных секторов или рынков;
- новокейнсианская основа. В QPM инкорпорированы негибкость цен и заработных плат, а также несовершенство рынка;
- стохастическая модель. В уравнениях QPM присутствуют структурные шоки;
- вперед-смотрящая структура. Большое значение в структурных уравнениях QPM придается рациональным (согласованным в рамках модели; model-consistent) ожиданиям.

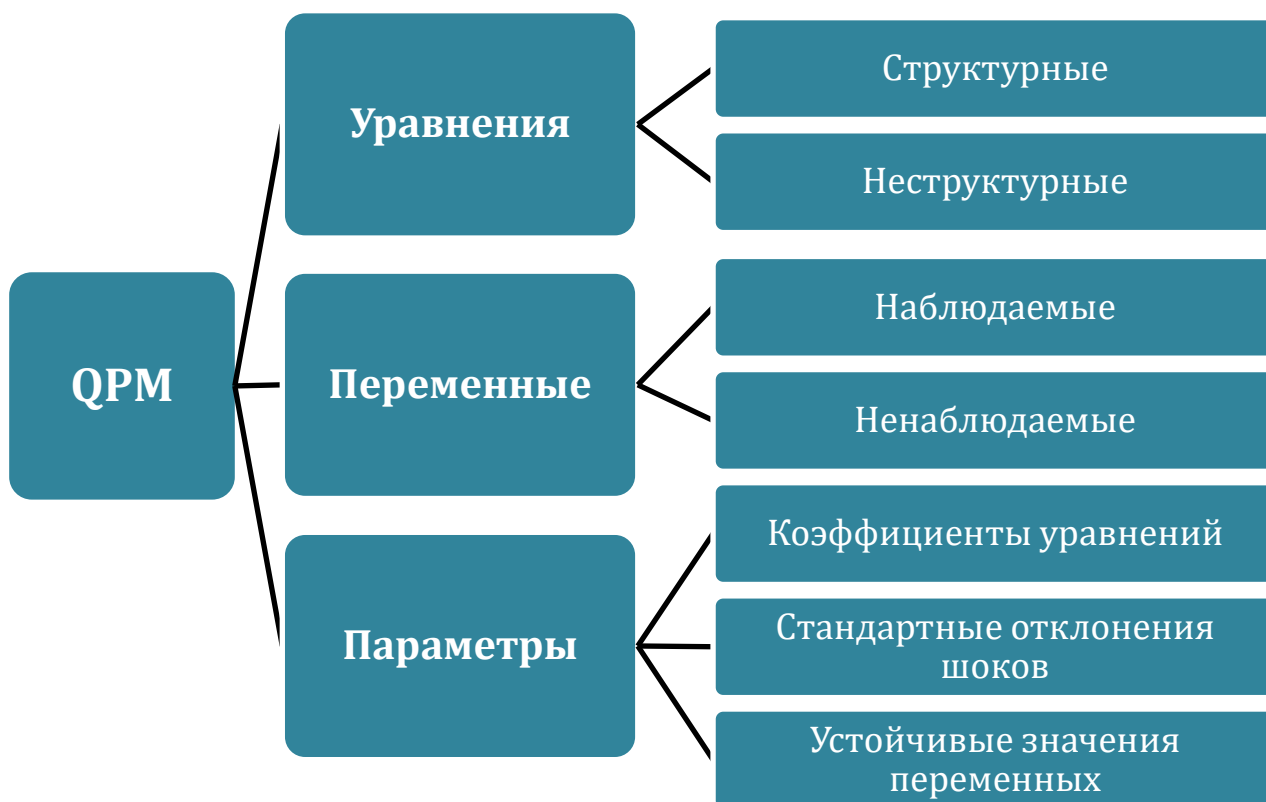
В структурном плане QPM состоит из трех элементов: переменных, уравнений и параметров (рисунок 1).

QPM содержит два типа переменных: наблюдаемые и ненаблюдаемые.² Наблюдаемые переменные являются измеримыми на основе первичных статистических данных. К ним относятся, к примеру, ВВП, инфляция, номинальные процентные ставки и курсы валют. Ненаблюдаемые переменные невозможно измерить на основе первичных данных. Однако именно от их идентификации зависит наше понимание текущего состояния экономики государства. Мы можем выделить три группы ненаблюдаемых переменных. Равновесные составляющие временных рядов переменных аппроксимируют их трендовую динамику, которая определяется структурными экономическими факторами. Разрывы (или гэпы) представляют собой отклонения фактических переменных от равновесных уровней, а их динамика определяется циклическими факторами. Шоки также являются ненаблюдаемым переменным, идентифицируемыми в рамках QPM в силу ее стохастической природы. Примерами ненаблюдаемых переменных служат потенциальный (или равновесный) ВВП, разрыв выпуска (отклонение фактического ВВП

² Переменные QPM представляются в натуральных логарифмах, умноженных на 100, за исключением процентных ставок и темпов прироста, которые представляются в аннуализированных процентах или процентных пунктах. Предварительно во временных рядах переменных QPM устраняется сезонность.

от равновесного), равновесный валютный курс, нейтральная процентная ставка и др. Для оценивания ненаблюдаемых переменных применяются специальные экономико-математические методы, наиболее распространенными среди которых являются методы фильтрации. В QPM, как правило, используется многомерный фильтр Калмана.

Рисунок 1: Структура QPM



Источник: разработка автора на основе материалов Международного валютного фонда (далее – МВФ).

Уравнения QPM задают спецификацию модели и разделяются на структурные и неструктурные. Структурные уравнения имеют экономическую интерпретацию и базируются на приведенных уравнениях полной DSGE. Типичная (или «каноническая») спецификация QPM для стран с малой открытой экономикой содержит четыре структурных уравнения (Berg et al., 2006a; 2006b; Mæhle et al., 2021):

- уравнение совокупного спроса (1), аппроксимируемого разрывом выпуска (\hat{y}_t). Разрыв выпуска представляет собой отклонение реального ВВП (y_t) от потенциального (равновесного) уровня (\bar{y}_t). Разрыв выпуска определяется инерционностью (\hat{y}_{t-1}) и рациональными ожиданиями ($E_t \hat{y}_{t+1}$), индексом монетарных условий (msi_t), являющимся взвешенной комбинацией разрывов реальной процентной ставки денежного рынка и реального эффективного

валютного курса (с обратным знаком при использовании прямой котировки), зарубежным разрывом выпуска (\hat{y}_t^*) и шоком спроса (ε_t^y):

$$\hat{y}_t = a_1 \hat{y}_{t-1} + a_2 E_t \hat{y}_{t+1} - a_3 mci_t + a_4 \hat{y}_t^* + \varepsilon_t^y. \quad (1)$$

- Новокейнсианская кривая Филлипа (2), задающая динамику инфляции (π_t)
Инфляция измеряется как аннуализированное изменение индекса потребительских цен за квартал. Инфляция определяется инерционностью (π_{t-1}), рациональными ожиданиями ($E_t \pi_{t+1}$), реальными предельными издержками (rmc_t), аппроксимируемыми взвешенной комбинацией разрывов выпуска и реального эффективного валютного курса, и инфляционным шоком (ε_t^π):

$$\pi_t = b_1 E_t \pi_{t+1} + (1 - b_1) * \pi_{t-1} + b_3 rmc_t + \varepsilon_t^\pi. \quad (2)$$

- Условие непокрытого паритета процентных ставок (3), задающее динамику номинального валютного курса (s_t).³ Как правило, используется прямая котировка национальной валюты за единицу иностранной. Валютный курс определяется ожиданиями его уровня в будущем периоде ($E_t s_{t+1}$), разницей процентных ставок по активам в национальной (i_t) и иностранной валютах (i_t^*), скорректированной на премию за риск ($prem_t$), и шоком валютного курса (ε_t^s):

$$s_t = E_t s_{t+1} + \frac{i_t^* - i_t + prem_t}{4} + \varepsilon_t^s. \quad (3)$$

- Функция реакции монетарной политики (4), задающая динамику номинальной процентной ставки денежного рынка (i_t). Предполагается реализация вперед смотрящей монетарной политики, направленной на стабилизацию инфляции на таргетируемом уровне и сглаживание экономического цикла. Уровень релевантной для монетарной политики процентной ставки в текущем периоде устанавливается исходя из ее нейтрального уровня (i_t^n), прогнозируемого отклонения инфляции от таргета ($E_t \pi_{t+4}^4 - \pi_{t+4}^T$) и текущего разрыва выпуска (\hat{y}_t). Компонент инерции (i_{t-1}) позволяет учесть наблюдаемое на практике избегание резких изменений процентной ставки большинством центральных банков, а шок (ε_t^i) – дискреционные действия монетарных властей:

³ В работах Berg et al., 2006a, 2006b условие непокрытого паритета процентных ставок записано в реальном выражении.

$$i_t = c_1 i_{t-1} + (1 - c_1) * (i_t^n + c_2 * (E_t \pi_{t+4}^A - \pi_{t+4}^T) + c_3 \hat{y}_t) + \varepsilon_t^i. \quad (4)$$

К неструктурным уравнениям модели относятся уравнения, задающие динамику равновесных компонент временных рядов. За редким исключением, равновесные компоненты моделируются как стохастические процессы с экзогенно определенным устойчивым уровнем.⁴ Кроме того, к неструктурным мы можем отнести уравнения, посредством которых рассчитываются изменения переменных, а также тождества.

QPM содержит три группы параметров. Во-первых, это коэффициенты при переменных уравнений, которые определяют динамические свойства модели. Например, коэффициент a_3 задает влияние монетарных условий на разрыв выпуска, а коэффициент b_3 определяет степень переноса издержек на цены. Во-вторых, это стандартные отклонения шоков, которые определяют волатильность ненаблюдаемых переменных. К примеру, соотношение стандартных отклонений шоков спроса ($\varepsilon_t^{\hat{y}}$) и инфляции (ε_t^{π}) будет оказывать значительное влияние на динамику разрыва выпуска и его корреляцию с инфляцией. И, в-третьих, это устойчивые значения переменных, которые определяют стабильное состояние модели (steady state). Например, устойчивый темп прироста реального ВВП, к которому будет сходиться фактический темп прироста ВВП в стабильном состоянии.

В настоящем разделе представлена типичная структура QPM. На практике она может быть расширена для учета страновых особенностей. Как отмечают Mæhle et al. (2021), в различные страновые QPM инкорпорируют эффекты фискальной политики и изменений условий торговли на совокупный спрос, множественные кривые Филлипа (для базовой инфляции, регулируемых или энергетических цен и др.), блок денежного предложения при действительном применении монетарного таргетирования, инерционность валютного курса и его различные режимы и др.

⁴ К исключениям можно отнести реальную равновесную ставку, которая, как правило, моделируется или через реальную версию непокрытого паритета процентных ставок, или через увязку равновесной ставки с динамикой равновесного ВВП.

3. Опыт применения QPM для белорусской экономики

Модели типа QPM для белорусской экономики начали применяться во второй половине нулевых. В исследовании М. Демиденко (2008) представлена QPM, описывающая функционирование трех каналов трансмиссионного механизма: процентного, валютного и, частично, ожиданий. Важной характеристикой модели является учет применявшегося в Беларуси в первом десятилетии XXI в. режима фиксированного валютного курса. В остальном модель придерживалась типичной спецификации и использовалась в Национальном банке до середины 2010-х гг.

В 2013–2014 гг. Евразийской экономической комиссией (ЕЭК) совместно с Евразийским банком развития (ЕАБР) был разработан модельный комплекс – интегрированная система моделей (ИСМ) – для реализации задач в сфере анализа и прогнозирования макроэкономической ситуации в ЕАЭС (Demidenko et al., 2016). ИСМ состоит из взаимосвязанных QPM для стран ЕАЭС и внешнеэкономического сектора. Структура страновых QPM, в том числе для экономики Беларуси, представлена пятью блоками: 1) совокупный спрос; 2) совокупное предложение; 3) правило монетарной политики; 4) условие непокрытого паритета процентных ставок; 5) фискальный импульс. ИСМ в настоящее время используется ЕЭК и ЕАБР для целей макроэкономического анализа и прогнозирования. Вместе с тем произошедшие в 2022 г. изменения в условиях функционирования экономик Беларуси и России требуют респецификации и рекалибровки страновых QPM, как минимум, для учета изменившихся подходов к реализации монетарной и курсовой политик.

В 2017–2018 гг. в Национальном банке Республики Беларусь при поддержке технической миссии МВФ была внедрена обновленная система анализа и проектирования монетарной политики. Ядром этой системы стала QPM, имеющая типичную структуру с добавлением блока долларизации банковских кредитов и промежуточного ориентира монетарной политики – широкой денежной массы. Данная модель в настоящее время используется для поддержки принятия решений в области монетарной политики в Национальном банке. Вместе с тем в силу явного отхода Национального банка от поддержания процентных ставок на уровнях, соответствующих достижению цели по инфляции (что косвенно предполагается и при использовании денежной базы в качестве операционной цели политики), и все большей изоляции финансового сектора Беларуси спецификации функции реакции монетарной политики и уравнения для валютного курса требуют

изменения. По имеющейся информации, подобных изменений в QPM до настоящего времени не вносилось. Следует отметить, что участники технической миссии МВФ К. Мусил, М. Пранович и Я. Влчек представили QPM для Беларуси, которая, помимо прочего, включала в себя блок фискального сектора и директивных кредитов (Musil et al., 2018). Однако данная версия в конечном счете не использовалась в Нацбанке – фискальный сектор и директивное кредитование не представлены в модели Нацбанка.⁵

Особенностью QPM, разработанной А. Безбородовой и Я. Влчком (2018), является учет временной структуры процентных ставок в белорусской экономике. А. Безбородова и Я. Влчек пришли к выводу о работоспособности процентного канала трансмиссионного механизма в Республике Беларусь и заключили, что ставки по долгосрочным кредитам юридическим лицам сильнее реагируют на изменение ставки МБК по сравнению со ставками по долгосрочным кредитам физическим лицам. В остальном спецификация является типичной для моделей для стран с малой открытой экономикой, таргетированием инфляции и свободными потоками капитала. Разработанная модель не использовалась Национальным банком для целей прогнозирования и проектирования монетарной политики, а являлась инструментом верификации результатов фильтрации ненаблюдаемых переменных на историческом диапазоне.

В работе А. Харитончика (2020) представлена QPM для белорусской экономики, в которой учтены четыре канала трансмиссионного механизма монетарной политики (процентный, кредитный, валютного курса и ожиданий), нелинейность и асимметрия эффекта переноса валютного курса на инфляцию, а также эндогенный процесс формирования инфляционных ожиданий, зависящих от доверия экономических агентов к монетарным властям. Сложная структура модели позволяет исследовать трансмиссионный механизм монетарной политики, однако делает модель трудно применимой к оцениванию ненаблюдаемых переменных на исторических данных и прогнозированию.

Также для Беларуси были разработаны QPM (Мирончик и др., 2018; Kuznetsov et al., 2020), которые имеют спецификации, схожие с моделью Лаубаха – Уильямса (Laubach & Williams, 2003). Эти модели использовались для оценки нейтральной процентной ставки в

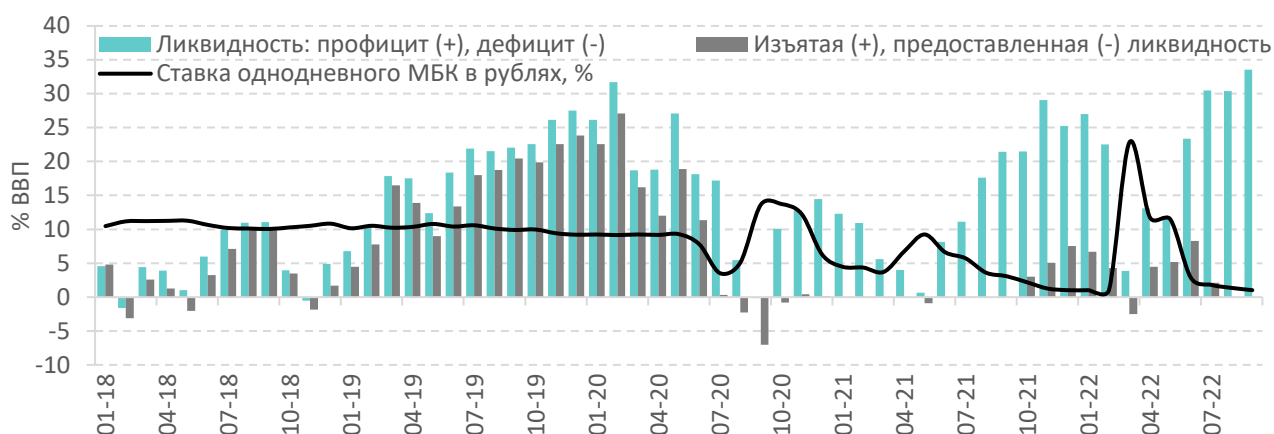
⁵ Модель QPM Нацбанка Беларуси см.: <https://www.nbrb.by/mp/theoretical-materials/model-srednesrochnogo-proektirovaniya-mp.pdf>.

Республике Беларусь, а также других ненаблюдаемых переменных в государствах – участниках ЕАБР.

Разработанные ранее версии QPM для белорусской экономики требуют переосмысления с учетом произошедших внутренних и внешнеэкономических изменений. С точки зрения спецификации модели необходимо, как минимум, учитывать следующие аспекты.

Во-первых, с середины 2020 г. Нацбанк фактически отказался от поддержания ставки денежного рынка на уровнях, соответствующих достижению цели по инфляции в среднесрочной перспективе. Нацбанк с середины 2020 г. вводил ограничения на операции регулирования ликвидности банковской системы, а с 6 июля 2022 г. фактически самоустранился от регулирования ликвидности стандартными инструментами.⁶ В результате в 2020–2022 гг. волатильность ставки МБК существенно возросла, а в условиях структурного профицита ликвидности банковской системы она длительное время могла находиться вблизи нулевой отметки (рисунок 2).

Рисунок 2: Состояние ликвидности банковской системы в Беларуси в 2018–2022 гг.



Источник: разработка автора на основе данных Нацбанка Беларуси и Белстата.

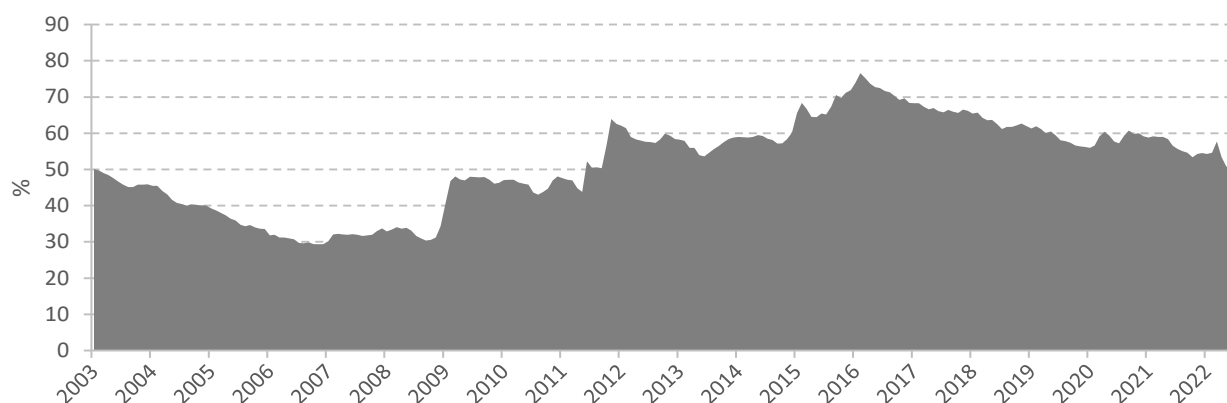
Динамика денежного рынка указывает на то, что балансировка спроса и предложения ликвидности осуществляется непосредственно рынком, а Нацбанк вмешивается исключительно в периоды шоковых воздействий на экономику. Это также может означать, что Нацбанк не стремится активно поддерживать объем денежного предложения на уровне, соответствующем достижению цели по инфляции, что предполагается режимом монетарного таргетирования. Вполне реально предположить, что такая политика Нацбанка продиктована давлением правительства, требующим ускорить темпы экономического роста за счет денежной

⁶ Нацбанк с 6 июля 2022 г. приостановил аукционные операции по регулированию ликвидности. Подробнее см.: https://www.nbrb.by/info/about_auction_operations.

эмиссии. Отход Нацбанка от регулирования ликвидности банковской системы при ее существенном профиците может являться показательным, призванным подчеркнуть неэффективность эмиссии как источника устойчивого роста экономики при структурных институциональных ограничениях. Если эта гипотеза верна, а экономическая активность в Беларуси останется слабой в 2023 г. при повышенной инфляции, то уже в 2023–2024 гг. можно ожидать постепенного возврата Нацбанка к политике управления процентными ставками и контроля инфляции.

Во-вторых, введение в 2020–2022 г. санкций в отношении реального и финансового секторов белорусской экономики усиливают изоляцию финансовой системы.⁷ Проведение финансовых транзакций затруднено, размещение государственных ценных бумаг на западных рынках капитала практически невозможно. Это делает концепт непокрытого паритета процентных ставок не в полной мере подходящим для моделирования динамики курса белорусского рубля и требует учета внешнеторговых операций и валютных интервенций Нацбанка. В то же время дифференциал процентных ставок по активам в национальной и иностранной валюте может оставаться значимым фактором курсообразования из-за высокой долларизации депозитов в Беларуси и усиления значимости России как экономического партнера (рисунки 3 и 4).

Рисунок 3: Доля валютной составляющей в широкой денежной массе в Беларуси



Источник: разработка автора на основе данных Нацбанка Беларуси.

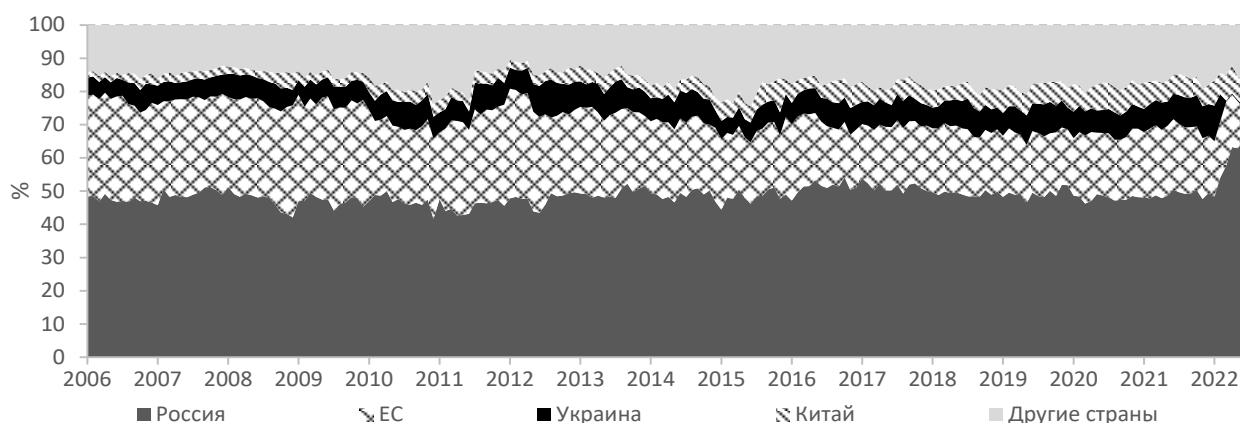
⁷ О санкционной политике ЕС в отношении Беларуси см.: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions/restrictive-measures-against-belarus/>.

О санкционной политике США в отношении Беларуси см.: <https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/sanctions-programs-and-country-information/belarus-sanctions>.

О санкционной политике Великобритании в отношении Беларуси см.: <https://www.gov.uk/government/publications/financial-sanctions-belarus>.

В-третьих, углубление финансовой изоляции белорусской экономики снижает значимость внешних факторов в формировании реальной равновесной процентной ставки. Во всех разработанных моделях, за исключением модели А. Безбородовой и Я. Влчека (2018), равновесная ставка моделировалась через реальную версию непокрытого паритета процентных ставок. В сложившихся к концу 2022 г. условиях более обоснованным является моделирование равновесной ставки через ее привязку к потенциальному ВВП и равновесному реальному курсу.

Рисунок 4: Страновая структура внешнеторгового оборота товаров Беларуси

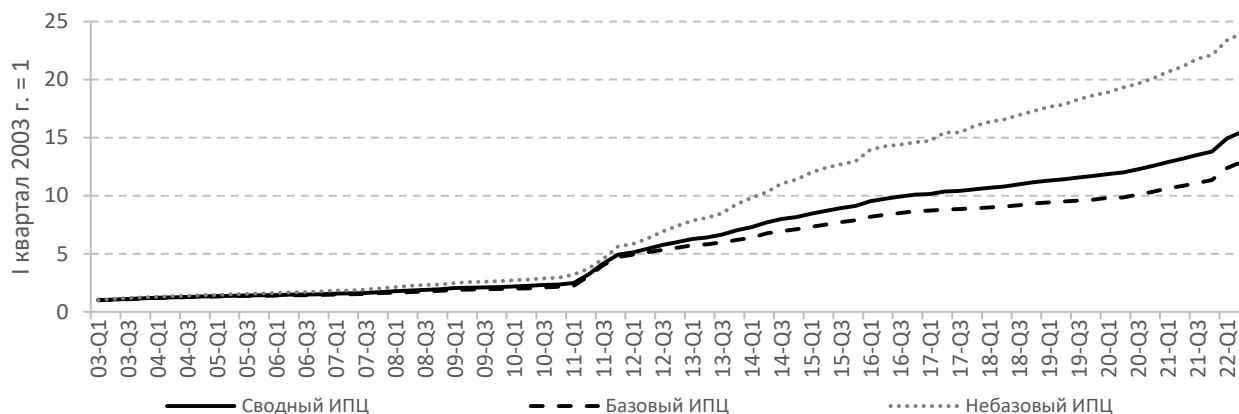


Источник: разработка автора на основе данных Белстата.

В-четвертых, в 2020–2022 гг. фискальная политика играла активную роль в белорусской экономике. В 2020 г. была осуществлена масштабная поддержка сельскохозяйственных организаций, в 2021 г. – Белорусского металлургического завода, в 2022 г. – докапитализация государственных банков. Во всех разработанных ранее QPM для Беларуси, за исключением ИСМ ЕЭК и ЕАБР, фискальный сектор отсутствует.

В-пятых, в Беларуси широко применяется инструмент административного регулирования цен. Только в модели Нацбанка и одной из ее предварительных версий, представленной экспертами технической миссии МВФ (Musil et al., 2018), инфляция разделяется на базовую и небазовую компоненты. Такое разделение имеет значение для корректной идентификации ненаблюдаемых переменных, так как базовая и небазовая инфляция формируются под воздействием различных факторов, а на протяжении большей части исторического периода присутствовал тренд более быстрой динамики небазового компонента (рисунок 5).

Рисунок 5: Динамика относительных цен в Беларуси



Источник: разработка автора на основе данных Нацбанка Беларуси, Белстата.

4. Структура QPM для Беларуси

QPM для Беларуси содержит восемь блоков, четыре из которых являются типичными для моделей стран с малой открытой экономикой, а четыре – специфическими.

4.1 Совокупный спрос

Блок совокупного спроса описывает динамику разрыва выпуска (\hat{y}_t), который представляет собой отклонение реального ВВП (y_t) от своего потенциального (равновесного) уровня (\bar{y}_t):⁸

$$y_t = \bar{y}_t + \hat{y}_t. \quad (5)$$

Равновесный ВВП в модели моделируется как процесс случайного блуждания со сдвигом (6), в то время как прирост равновесного ВВП ($\Delta\bar{y}_t$) представляет собой авторегрессионный процесс (7), который гарантирует схождение темпов прироста ВВП к устойчивому уровню (Δy_{ss}) в долгосрочной перспективе.

$$\bar{y}_t = \bar{y}_{t-1} + \Delta\bar{y}_t/4 + \varepsilon_t^{\bar{y}}, \quad (6)$$

⁸ Переменные в QPM представлены в виде 100*натуральный логарифм, кроме процентных ставок и приростов, которые представлены в аннуализированных процентах. Например, аннуализированный прирост реального ВВП (Δy_t) рассчитывается по формуле: $\Delta y_t = 4 * (y_t - y_{t-1})$. Все переменные в QPM (кроме номинальных процентных ставок, номинальных валютных курсов и цен на нефть) предварительно очищены от сезонности.

$$\Delta \bar{y}_t = ab_1 \Delta \bar{y}_{t-1} + (1 - ab_1) * \Delta \bar{y}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \bar{y}}. \quad (7)$$

Такая спецификация динамики равновесного ВВП призвана учесть два типа шоков, влияющих на его изменение. Во-первых, это шок уровня равновесного ВВП ($\varepsilon_t^{\bar{y}}$), который приводит к одномоментному сдвигу объема равновесного ВВП. После периода воздействия шока динамика показателя возвращается к трендовой траектории. Во-вторых, это шок прироста равновесного ВВП ($\varepsilon_t^{\Delta \bar{y}}$), который приводит к продолжительному отклонению темпов роста равновесного выпуска от своего устойчивого значения. Выделение двух типов шоков упрощает оценивание ненаблюдаемых переменных в шоковые периоды, особенно в 2022 г., когда ВВП Беларуси сильно упал в результате санкционного воздействия.

Устойчивый темп прироста ВВП ($\Delta \bar{y}_{ss}$) откалиброван равным 1%, что близко к среднему темпу прироста ВВП Беларуси за 2014–2021 гг. и соответствует оценкам международных финансовых организаций.⁹ Параметр ab_1 принят равным 0.90, так как равновесные компоненты, как правило, характеризуется сглаженной динамикой и высокой инерционностью.

Разрыв выпуска аппроксимирует состояние экономического цикла и моделируется в соответствии с уравнением (8):

$$\hat{y}_t = a_1 \hat{y}_{t-1} + a_2 E_t \hat{y}_{t+1} - a_3 mci_{t-1} + a_4 \hat{y}_t^* + a_5 \widehat{r\text{wage}}_{t-1} + a_6 fi_t + \varepsilon_t^{\hat{y}}. \quad (8)$$

Ключевыми факторами, движущими разрывом выпуска, выступают монетарные условия (mci_t), бюджетный импульс (fi_t), разрыв реальной заработной платы ($\widehat{r\text{wage}}_t$) и внешний спрос (\hat{y}_t^*). Так как часть экономических агентов могут принимать решения, основываясь на рациональных ожиданиях, в уравнение (8) включена переменная ожидаемого разрыва выпуска ($E_t \hat{y}_{t+1}$). Компонента инерции (\hat{y}_{t-1}) инкорпорирована в уравнение (8) по причине не одномоментного, а продолжительного влияния экономических факторов на разрыв выпуска. Шок спроса ($\varepsilon_t^{\hat{y}}$) аппроксимирует влияние на разрыв выпуска неучтенных напрямую в модели факторов. Параметры a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 откалиброваны равными 0.50, 0.10, 0.20, 0.30, 0.10 и 0.10 соответственно.

⁹ См.: IMF Republic of Belarus: Staff Concluding Statement of the 2021 Article IV Mission (URL: <https://www.imf.org/en/News/Articles/2021/12/17/republic-of-belarus-staff-concluding-statement-of-the-2021-article-iv-mission>); Vinokurov et al., 2022.

Монетарные условия аппроксимируют воздействие мер монетарной и курсовой политики на экономическую активность через два основных канала трансмиссионного механизма: процентный и валютный:

$$mci_t = m_1 * (m_2 \hat{r}_t + m_3 \widehat{r}_l_t + (1 - m_2 - m_3) * \widehat{r}_d_t) - (1 - m_1) * \hat{z}_t. \quad (9)$$

В разработанной модели, в соответствии с уравнением (9), монетарные условия являются взвешенной комбинацией компонентов процентной ставки и РЭК. Положительные значения монетарных условий указывают на их сдерживающий экономическую активность характер, отрицательные – на стимулирующий.

Компонент процентной ставки характеризует состояние процентной политики Нацбанка и банков и рассчитывается как среднее арифметическое взвешенное разрывов реальных процентных ставок по активам в белорусских рублях: МБК (\hat{r}_t), по вновь выданным рыночным кредитам (\widehat{r}_l_t) и новым срочным вкладам (\widehat{r}_d_t).

Положительные разрывы ставок по кредитам и вкладам означают, что реальные ставки превышают свои равновесные (нейтральные) уровни. Это указывает на то, что уровни реальных ставок превышают предельную доходность капитала (в форме производства или сбережений). В таких условиях инвестиции и потребление в текущем периоде принесут меньшую полезность в сравнении с будущим, что, при прочих равных, должно отразиться в снижении их темпов роста в краткосрочной перспективе.

Разрыв ставки МБК добавлен в индекс монетарных условий для учета возможного влияния монетарной политики Нацбанка на неценовые условия кредитования. Так, вполне вероятно, что при продолжительном периоде избытка ликвидности в банковской системе, которая не регулируется Нацбанком, банки начнут снижать требования к заемщикам и расширят спектр кредитования для минимизации упущенной выгоды. Таким образом, включение разрыва ставки МБК в индекс монетарных условий позволяет косвенно учесть функционирование кредитного канала монетарной трансмиссии.

Разрыв РЭК (\hat{z}_t) аппроксимирует внутривременное замещение между импортными и не импортными товарами, а также ценовую конкурентоспособность белорусских производителей. Превышение фактическим РЭК равновесного уровня указывает на недооцененность белорусского рубля. Это означает, что зарубежные товары становятся дороже внутренних, что стимулирует белорусский экспорт и потребление отечественной продукции внутри страны. В результате, при прочих равных, темпы роста ВВП ускоряются.

Вес компонента процентной ставки в индексе монетарных условий (m_1) принят равным 0.50, что близко к степени валютизации банковских контрактов в Беларуси.¹⁰ Кроме того, такая калибровка в целом соответствует сравнительной значимости реакции ВВП на шоки процентной ставки и валютного курса, оцененной на эмпирических данных.¹¹ Параметр m_2 откалиброван равным 0.20, что близко к оценке значимости кредитного канала в реакции кредитования в ответ на импульс монетарной политики.¹² Параметр m_3 принят равным 0.40.

4.2 Фискальный сектор и заработная плата

В силу ограниченности статистических данных о белорусском бюджете и тенденции их усечения расчет и моделирование в рамках QPM структурного бюджетного сальдо сильно затруднены. Мы используем один из возможных вариантов спецификации фискального блока, предложенный в обзорной работе МВФ (Mæhle et al., 2021). Подход заключается в использовании для определения фискального импульса (f_i) отклонения реальных непроцентных расходов бюджета¹³ (rfx_t) от своего равновесного уровня (\overline{rfx}), т. е. разрыва бюджетных расходов (\widehat{rfx}_t). В силу продолжительного влияния бюджетной политики на экономическую активность мы усредняем значения разрыва бюджетных расходов за четыре последовательных квартала и используем полученный показатель в качестве фискального импульса. При этом изменение реальных равновесных расходов бюджета ($\Delta\overline{rfx}_t$) моделируется как авторегрессионный процесс со сходимостью к устойчивому темпу роста ($\Delta\overline{rfx}_{ss}$), принятому равным 1%, как и для роста равновесного ВВП.¹⁴ Параметры f_1 и f_2 откалиброваны равными 0.50 и 0.90 соответственно.

$$rfx_t = \widehat{rfx}_t + \overline{rfx}_t, \quad (10)$$

$$\widehat{rfx}_t = f_1 \widehat{rfx}_{t-1} + \varepsilon_t^{\widehat{rfx}}, \quad (11)$$

¹⁰ По состоянию на 01.10.2022 в иностранной валюте номинировано 38% требований финансового сектора Беларуси к другим секторам и 55.3% депозитов, размещенных в финансовом секторе.

¹¹ См.: Харитончик и Дмитриев, 2018.

¹² См.: Харитончик и Утешева, 2019.

¹³ Реальные расходы консолидированного бюджета сектора государственного управления Беларуси рассчитываются посредством корректировки номинальных расходов на дефлятор ВВП.

¹⁴ Отношение номинальных непроцентных расходов бюджета к номинальному ВВП Беларуси с 2017 г. достаточно стабильно и колеблется около 36%.

$$\overline{\Delta rfx}_t = f_2 \overline{\Delta rfx}_{t-1} + (1 - f_2) * \overline{\Delta rfx}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta rfx}, \quad (12)$$

$$fi_t = (\widehat{rfx}_t + \widehat{rfx}_{t-1} + \widehat{rfx}_{t-2} + \widehat{rfx}_{t-3})/4. \quad (13)$$

Заработная плата включается в модель в силу существенной роли административного воздействия на ее размер и изменение в белорусской экономике (Miksjuk et al., 2015). Мы исходим из предположения о негибкости номинальной заработной платы ($wage_t$) и моделируем ее прирост ($\Delta wage_t$) схоже с кривой Филлипса в спецификации, предложенной в работе Musil et al. (2018):

$$\Delta wage_t = aa_1 E_t \Delta wage_{t+1} + (1 - aa_1) * \Delta wage_{t-1} + aa_2 \hat{y}_t - aa_3 \widehat{rwage}_{t-1} + \varepsilon_t^{\Delta wage}. \quad (14)$$

В соответствии с уравнением (14) динамика заработной платы зависит от циклического положения экономики, аппроксимированного разрывом выпуска. При этом коэффициент aa_2 откалиброван равным 0.25, что определяет негибкость номинальной зарплаты. Динамика номинальной зарплаты имеет отрицательную корреляцию с разрывом реальной заработной платы (\widehat{rwage}_t), т. е. ускоряется, если реальная заработная плата ($rwage_t$) находится ниже своего равновесного уровня (\widehat{rwage}_t), и замедляется в противном случае. В уравнение (14) также включены компоненты рациональных ожиданий ($E_t \Delta wage_{t+1}$) и инерции ($\Delta wage_{t-1}$) в качестве факторов, объясняющих динамику зарплаты. Неучтенные напрямую в уравнении (14) факторы аппроксимируются шоком прироста номинальной зарплаты ($\varepsilon_t^{\Delta wage}$). Параметры aa_1 и aa_3 откалиброваны равными 0.50, как и в работе Musil et al. (2018).

Реальная заработная плата, в соответствии с уравнением (15), рассчитывается путем корректировки номинальной на индекс потребительских цен (spi_t) и раскладывается на ненаблюдаемые компоненты: разрыв и равновесную зарплату в соответствии с уравнением (16). Разрыв реальной заработной платы включается в уравнения разрыва выпуска (8) как фактор внутреннего спроса и в уравнения для базовой инфляции (24–25) как детерминанта внутреннего инфляционного давления.

Изменение равновесной реальной заработной платы ($\Delta \widehat{rwage}_t$) моделируется как функция от прироста равновесного ВВП ($\Delta \hat{y}_t$) в соответствии с уравнением (17). Из-за различных дефляторов (индекс потребительских цен (ИПЦ) для зарплаты и дефлятор ВВП для ВВП) мы вводим параметр $wedge$, равный 3, который позволяет лучше увязать динамику реальных зарплаты и ВВП. Прочие

факторы, влияющие на динамику равновесной зарплаты, аппроксимируются шоком ($\varepsilon_t^{\Delta \overline{rwage}}$). Значения параметра aa_4 принято равным 0.85.

$$rwage_t = wage_t - cri_t, \quad (15)$$

$$rwage_t = \overline{rwage}_t + r\widehat{wage}_t, \quad (16)$$

$$\Delta \overline{rwage}_t = aa_4 \Delta \overline{rwage}_{t-1} + (1 - aa_4) * (\Delta \bar{y}_t + wedge) + \varepsilon_t^{\Delta \overline{rwage}}. \quad (17)$$

4.3 Блок инфляции

Блок инфляции в модели представлен модифицированными новокейнсианскими кривыми Филлипса. В качестве меры инфляции используется прирост сводного индекса потребительских цен (π_t), который является целевым ориентиром монетарной политики Нацбанка Беларуси:

$$\pi_t = 4 * (cri_t - cri_{t-1}). \quad (18)$$

Мы разделяем инфляцию на базовую (π_{core_t}) и небазовую ($\pi_{noncore_t}$) компоненты в соответствии с уравнением (19). Базовая инфляция характеризует изменение цен, не подверженных прямому административному регулированию, и в Беларуси включает как цены на отдельные услуги и непродовольственные товары, так и на продовольствие. Следует отметить, что входящие в базовую инфляцию товары могут подвергаться регуляторному воздействию через ряд других инструментов, например, установленных предельных темпов роста цен за месяц или предельных надбавок для торговли и импортеров.¹⁵ Небазовая инфляция характеризует изменение административно-регулируемых цен и плодоовощной продукции. Так как QPM является линейной, а веса базовой и небазовой компонент в сводной инфляции ежегодно изменяются, в уравнении (19) присутствует шок измерения (ε_t^π). Вес базового компонента в сводном ИПЦ отражает параметр *weight*, значение которого принято равным 0.7153.

$$\pi_t = weight * \pi_{core_t} + (1 - weight) * \pi_{noncore_t} + \varepsilon_t^\pi. \quad (19)$$

Увязка базовой и небазовой инфляции осуществлена через относительную цену (rp_t) в соответствии с уравнением (20).

¹⁵ См.: Постановление Совета министров Республики Беларусь от 19 октября 2022 г. № 713 «О системе регулирования цен».

Относительная цена раскладывается на равновесную (\overline{rp}_t) и разрыв (\widehat{rp}_t), а изменение равновесной составляющей ($\Delta\overline{rp}_t$) моделируется как авторегрессионный процесс с экзогенно определенным устойчивым темпом ($\Delta\overline{rp}_{ss}$), принятым равным (-0.80) на основе исторических данных. Параметр rr_1 откалиброван равным 0,90.

$$rp_t = cpi_{core_t} - cpi_t, \quad (20)$$

$$rp_t = \widehat{rp}_t + \overline{rp}_t, \quad (21)$$

$$\Delta\overline{rp}_t = rr_1\Delta\overline{rp}_{t-1} + (1 - rr_1) * \Delta\overline{rp}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta\overline{rp}}. \quad (22)$$

Моделирование базовой инфляции основывается на постулате о негибкости цен в краткосрочном периоде, т. е. предполагается неполная единовременная трансформация издержек в цены:

$$\pi_{core_t} = 4 * (cpi_{core_t} - cpi_{core_{t-1}}), \quad (23)$$

$$\pi_{core_t} = b_1 E_t \pi_{core_{t+1}} + (1 - b_1 - b_2) * \pi_{core_{t-1}} + b_2 \pi_{imp_t} + b_3 rmc_t + \varepsilon_t^{\pi_{core}}. \quad (24)$$

Динамика базовой инфляции определяется инфляционными ожиданиями, которые являются частично рациональными ($E_t \pi_{core_{t+1}}$) и частично адаптивными ($\pi_{core_{t-1}}$), импортируемой инфляцией (π_{imp_t}), реальными предельными издержками (rmc_t) и инфляционным шоком ($\varepsilon_t^{\pi_{core}}$), в котором аппроксимированы неучтенные в модели инфляционные факторы.

При нахождении экономики в устойчивом равновесном состоянии базовая инфляция соответствует инфляционным ожиданиям, что обеспечивается наложенным ограничением о равенстве единице коэффициентов при лаговой, ожидаемой и импортируемой инфляциях в уравнении (24). Следует отметить, что включение лаговой переменной базовой инфляции позволяет также учесть инерционность инфляционных процессов, наблюдаемую на практике из-за продолжительного воздействия на цены инфляционных факторов. Спецификация уравнения (24) предполагает, что инфляция не имеет заранее определенной тенденции конвергенции к определенному уровню — в равновесном состоянии она равна инфляционным ожиданиям. Это также означает, что управление и контроль инфляционных ожиданий является необходимым условием для эффективной реализации монетарной политики. Параметр b_1 аппроксимирует удельный вес экономических

агентов, основывающих свои ожидания на рациональных предпосылках. Значение коэффициента b_1 принято равным 0.35.

Реальные предельные издержки (rmc_t) аппроксимируют дополнительные издержки на выпуск дополнительной единицы продукции. Параметр b_3 характеризует негибкость цен в экономике и откалиброван равным 0,50, как и в работе Musil et al. (2018). Чем выше значение параметра b_3 , тем меньшие потери выпуска будут требоваться при проведении монетарной политики, направленной на снижение инфляции.

В соответствии с уравнением (25) реальные предельные издержки представляют собой комбинацию разрывов выпуска, заработной платы и РЭК:

$$rmc_t = k_1 \hat{y}_t + k_2 r\widehat{wage}_t + (1 - k_1 - k_2) * (\hat{z}_t - \widehat{r\hat{p}}_t). \quad (25)$$

Положительные значения реальных предельных издержек указывают на их проинфляционное влияние, отрицательные – на дезинфляционное. Разрывы выпуска и заработной платы аппроксимируют издержки внутренних производителей. Разрыв заработной платы характеризует издержки на труд, в то время как разрыв выпуска все прочие внутренние издержки (например, амортизационные).

Разрыв РЭК аппроксимирует издержки импортеров. Включение разрыва РЭК в состав издержек гарантирует, что в долгосрочной перспективе динамика цен в Беларуси и странах – торговых партнерах находится в соответствии с относительной версией паритета покупательной способности. Так, превышение РЭК своего равновесного уровня означает недооцененность белорусского рубля: белорусские товары становятся дешевле зарубежных аналогов. Помимо прочего, это будет создавать давление на удорожание белорусских товаров для их выравнивания с зарубежными. При этом разрыв РЭК корректируется на разрыв относительной цены, чтобы гарантировать нахождение steady state QPM, так как уравнение (25) аппроксимирует предельные издержки для базовой, а не сводной инфляции.

Значимость разрывов выпуска и заработной платы в реальных предельных издержках определяется соответственно параметрами k_1 и k_2 , значения которых приняты равными 0,50 и 0,30. Мы калибруем эти параметры, основываясь на доле белорусских товаров в розничном товарообороте, структуре затрат на производство и реализацию продукции в Беларуси, а также калибровке, представленной

в Musil et al. (2018).¹⁶ Кроме того, принимается во внимание включение в уравнение (24) импортируемой инфляции (π_{imp_t}): прямой учет влияния зарубежных цен и номинального валютного курса на внутренние цены в Беларуси должен вести к более высоким значениям параметров k_1 и k_2 .

В соответствии с уравнением (26) импортируемая инфляция аппроксимирует прямое влияние изменений номинального эффективного курса (НЭК, Δs_t) и цен в странах – торговых партнерах (π_t^*) на базовую инфляцию в Беларуси. Компонент импортируемой инфляции не присутствует в канонической версии QPM (Berg et al., 2006a; 2006b; Mæhle et al., 2021). Вместе с тем в Беларуси эффект переноса валютного курса на цены остается быстрым и значимым (Харитончик, 2019а; Kuznetsov et al., 2019), что требует учета этого фактора при моделировании базовой инфляции для корректной идентификации ненаблюдаемых переменных. Следует отметить, что изменение НЭК в уравнении (26) корректируется на изменение равновесного РЭК ($\Delta \bar{z}_t$), так как равновесные переменные в соответствии с методологией построения QPM являются инфляционно нейтральными – их изменение не приводит ни к дополнительному проинфляционному, ни дезинфляционному давлению.

$$\pi_{imp_t} = \pi_t^* + \Delta s_t - (\Delta \bar{z}_t - \Delta \bar{r} \bar{p}_t). \quad (26)$$

Для моделирования небазовой инфляции мы используем спецификацию, предложенную в Musil et al. (2018). Следует учитывать, что в силу административного регулирования динамика небазовой инфляции может быть волатильной, а решения об изменении цен могут приниматься с большим лагом после воздействия экономических шоков. В соответствии с уравнением (27) мы увязываем динамику небазовой инфляции с рациональными ($E_t \pi_{noncore_{t+1}}$) и адаптивными ожиданиями ($\pi_{noncore_{t-1}}$), разрывом цены на нефть ($\widehat{rp_oil}_t$) и разрывом РЭК (\hat{z}_t), скорректированным на относительные цены. Параметры bb_1 , bb_2 и bb_3 откалиброваны равными 0.70, 0.15 и 0.15 соответственно.

¹⁶ Доля продажи товаров отечественного производства в розничном товарообороте Беларуси составила 59,2% в 2021 г. и 61,1% в январе – сентябре 2022 г. Затраты на оплату труда в 2021 г. составили 16,7% в структуре затрат организаций на производство и реализацию продукции, в январе – сентябре 2022 г. – 17,1%. На импортное сырье, материалы и комплектующие в январе – сентябре 2022 г. приходилось 23,9% затрат организаций. В работе Musil et al. (2018) значение параметра k_1 принято равным 0,45, а параметра k_2 – 0,30.

$$\pi_{noncore_t} = bb_1 E_t \pi_{noncore_{t+1}} + (1 - bb_1) * \pi_{noncore_{t-1}} + bb_2 \widehat{r\overline{p}}_{out_t} + bb_3 * (\hat{z}_t + \frac{weight}{1-weight} * \widehat{r\overline{p}}_t) + \varepsilon_t^{\pi_{noncore}}, \quad (27)$$

$$\pi_{noncore_t} = 4 * (cpi_{noncore_t} - cpi_{noncore_{t-1}}). \quad (28)$$

4.4 Блоки валютного курса и внешней торговли

Мы моделируем НЭК (s_t) как комбинацию курса, получаемого из модифицированной версии непокрытого паритета процентных ставок (s_t^{uip}), и курса, соответствующего состоянию внешней торговли (s_t^{bop}). Параметр h_1 определяет степень влияния внешней торговли на валютный курс и откалиброван равным 0,30.

$$s_t = (1 - h_1) * s_t^{uip} + h_1 s_t^{bop} + \varepsilon_t^s. \quad (29)$$

Спецификация уравнения (29) отличается от канонической и ранее представленных в моделях для Беларуси. Как отмечалось ранее, учет состояния внешней торговли для моделирования валютного курса необходим из-за углубления изоляции финансового сектора Беларуси и вероятных затруднений с арбитражем. Для спецификации внешнеторговых операций мы используем подход, представленный в Mæhle et al. (2021).

Физические объемы экспорта и импорта товаров и услуг (x_t и m_t) раскладываются на равновесные компоненты (\bar{x}_t и \bar{m}_t) и разрывы (\hat{x}_t и \hat{m}_t):

$$x_t = \bar{x}_t + \hat{x}_t, \quad (30)$$

$$m_t = \bar{m}_t + \hat{m}_t. \quad (31)$$

Равновесные составляющие экспорта и импорта (\bar{x}_t и \bar{m}_t) моделируются аналогично равновесному ВВП как процессы случайного блуждания со сдвигом (32–33), в то время как их приросты ($\Delta\bar{x}_t$ и $\Delta\bar{m}_t$) представляет собой авторегрессионные процессы, гарантирующие схождение к устойчивым уровням ($\Delta\bar{x}_{ss}$ и $\Delta\bar{m}_{ss}$) в долгосрочной перспективе (34–35).¹⁷

$$\bar{x}_t = \bar{x}_{t-1} + \Delta\bar{x}_t/4 + \varepsilon_t^{\bar{x}}, \quad (32)$$

¹⁷ Устойчивые темпы прироста физических объемов экспорта и импорта откалиброваны равными 2% в год, параметры u_1 и m_1 приняты равными 0.80 и 0.90 соответственно.

$$\bar{m}_t = \bar{m}_{t-1} + \Delta\bar{m}_t/4 + \varepsilon_t^{\bar{m}}, \quad (33)$$

$$\Delta\bar{x}_t = u_1\Delta\bar{x}_{t-1} + (1 - u_1) * \Delta\bar{x}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta\bar{x}}, \quad (34)$$

$$\Delta\bar{m}_t = uu_1\Delta\bar{m}_{t-1} + (1 - uu_1) * \Delta\bar{m}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta\bar{m}}. \quad (35)$$

Разрыв экспорта (\hat{x}_t) моделируется как функция от внешнего спроса, аппроксимируемого зарубежным разрывом выпуска (\hat{y}_t^*), и разрыва РЭК (\hat{z}_t), характеризующего ценовую конкурентоспособность белорусских экспортеров. Параметры c_2 и c_3 определяют степень влияния разрыва выпуска и разрыва РЭК на разрыв экспорта и на основе имеющихся оценок по эмпирическим данным откалиброваны равными 0.50 и 0.25 соответственно. Включение в уравнение (36) компонента инерции (\hat{x}_{t-1}) с параметром c_1 , равным 0.50, позволяет добиться лучшей репликации исторических данных, так как влияние внешнего спроса и валютного курса на экспорт растянуто во времени. Неучтенные напрямую в модели факторы динамики экспорта аппроксимируются шоком ($\varepsilon_t^{\hat{x}}$).

$$\hat{x}_t = c_1\hat{x}_{t-1} + c_2\hat{y}_t^* + c_3\hat{z}_t + \varepsilon_t^{\hat{x}}. \quad (36)$$

Разрыв импорта (\hat{m}_t) моделируется как функция от разрыва выпуска (\hat{y}_t), который аппроксимирует спрос на импорт, и разрыва РЭК (\hat{z}_t). В отличие от уравнения (36) для разрыва экспорта в уравнении (37) для разрыва импорта знак при валютном курсе отрицательный: недооцененность белорусского рубля повышает ценовую конкурентоспособность белорусских товаров и стимулирует экспорт, но одновременно ведет к более высоким ценам на зарубежные товары в сравнении с белорусскими, что сдерживает импорт. Параметры d_1 , d_2 и d_3 приняты равными соответственно 0.60, 1.00 и 0.20.

$$\hat{m}_t = d_1\hat{m}_{t-1} + d_2\hat{y}_t - d_3\hat{z}_t + \varepsilon_t^{\hat{m}}. \quad (37)$$

Помимо физических объемов экспорта и импорта на сальдо внешней торговли влияют и их цены. В QPM мы моделируем условия торговли, которые представляют собой отношение цен экспорта к ценам импорта. Условия торговли (tot_t) раскладываются на равновесную компоненту (\overline{tot}_t) и разрыв (\widehat{tot}_t). Разрыв условий торговли и прирост их равновесной компоненты ($\Delta\overline{tot}_t$) моделируется как авторегрессионные процессы соответственно с нулевым средним и

экзогенно определенным устойчивым уровнем ($\overline{\Delta tot_{ss}}$), равным 2%. Параметры r_1 и r_2 приняты равными 0.50 и 0.90 соответственно.

$$tot_t = \widehat{tot}_t + \overline{tot}_t, \quad (38)$$

$$\widehat{tot}_t = r_1 \widehat{tot}_{t-1} + \varepsilon_t^{\widehat{tot}}, \quad (39)$$

$$\overline{\Delta tot}_t = r_2 \overline{\Delta tot}_{t-1} + (1 - r_2) * \overline{\Delta tot}_{ss} + \varepsilon_t^{\overline{\Delta tot}}. \quad (40)$$

В результате отклонение сальдо внешней торговли товарами и услугами от своего равновесного уровня (\widehat{bop}_t) аппроксимируется разрывом физических объемов чистого экспорта, скорректированных на разрыв условий торговли:

$$\widehat{bop}_t = \widehat{tot}_t + \widehat{x}_t - \widehat{m}_t. \quad (41)$$

Отклонение сальдо внешней торговли от равновесного уровня непосредственно оказывает влияние на НЭК. Вместе с тем в Беларуси Нацбанк проводит валютные интервенции для сглаживания курсовой динамики. Для учета этого фактора мы добавляем в уравнение (42) для курса (s_t^{bop}), соответствующего состоянию внешней торговли, трендовое изменение НЭК ($\Delta \bar{s}_t$), которое рассчитывается как сумма дифференциала таргетов инфляции в Беларуси (π_t^T) и странах – торговых партнерах (π_{ss}^*) и равновесного изменения РЭК ($\Delta \bar{z}_t$) в соответствии с уравнением (43).

$$s_t^{bop} = s_{t-1} + \frac{\Delta \bar{s}_t}{4} - \widehat{bop}_t, \quad (42)$$

$$\Delta \bar{s}_t = \Delta \bar{z}_t + (\pi_t^T - \pi_{ss}^*). \quad (43)$$

Второй компонент уравнения НЭК (29) представляет собой модифицированную версию непокрытого паритета процентных ставок (44):

$$s_t^{uip} = E_t s_{t+1} + \frac{i_t^* - i_t + prem_t}{4}. \quad (44)$$

Валютный курс (s_t^{uip}), получаемый из модифицированной версии непокрытого паритета процентных ставок, определяется ожиданиями курса в предстоящем периоде ($E_t s_{t+1}$) и разницей номинальных процентных ставок денежного рынка в Беларуси (i_t) и за рубежом (i_t^*), скорректированной на премию за риск вложений в активы, номинированные в белорусских рублях ($prem_t$).

Ожидания НЭК имеют две составляющие: рациональную (s_{t+1}) и адаптивную (s_{t+1}^{nf}). Включение адаптивных ожиданий позволяет учесть инерционность курсовой динамики, наблюдаемую в исторических данных, а также влияние валютных интервенций Нацбанка на курсообразование. Параметр h_2 определяет долю экономических агентов с рациональными ожиданиями. Его значение в соответствии с Musil et al. (2018) принято равным 0.55.

$$E_t s_{t+1} = h_2 s_{t+1} + (1 - h_2) * s_{t+1}^{nf}. \quad (45)$$

Предполагается, что адаптивные ожидания формируются посредством «наивного» прогноза. Это означает, что экономические агенты имеют представление о трендовом изменении валютного курса и используют эти оценки для экстраполяции уровня курса. Появление множителя равного двум в уравнении (46) объясняется следующим образом: ожидаемый валютный курс в периоде $t + 1$ равен значению курса в периоде $t - 1$, скорректированному на его трендовое изменение за два последовательных периода.

$$s_{t+1}^{nf} = s_{t-1} + \frac{2\Delta \bar{s}_t}{4}. \quad (46)$$

Изменение РЭК (Δz_t) определяется исходя из динамики НЭК и дифференциала инфляций в Беларуси и странах – торговых партнерах:

$$\Delta z_t = \Delta s_t + \pi_t^* - \pi_t. \quad (47)$$

РЭК (z_t) раскладывается на равновесную составляющую (\bar{z}_t) и разрыв (\hat{z}_t). Прирост равновесного РЭК моделируется как авторегрессионный процесс с устойчивым темпом ($\Delta \bar{z}_{ss}$), равным 2%. Параметр z_1 определяет скорость схождения прироста равновесного РЭК к устойчивому уровню и откалиброван равным 0.75.

$$z_t = \bar{z}_t + \hat{z}_t, \quad (48)$$

$$\Delta \bar{z}_t = z_1 \Delta \bar{z}_{t-1} + (1 - z_1) * \Delta \bar{z}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \bar{z}}. \quad (49)$$

Таким образом, предложенная спецификация блоков валютного курса и внешней торговли (29–49) позволяет учесть влияние внешнеторговых операций на курсовую динамику и проведение валютных интервенций Нацбанком. При этом спецификация уравнений (29–49) не препятствует конвергенции курса к равновесному уровню в долгосрочной перспективе.

4.5 Функция реакция монетарной политики

Как было отмечено в разделе 3, Нацбанк в последние годы снизил степень контроля за процентными ставками денежного рынка и не стремится активно поддерживать объем денежного предложения на уровне, соответствующем достижению цели по инфляции. Также мы допускаем, что такое поведение Нацбанка будет временным и в 2023–2024 гг. он может вернуться к активной монетарной политике. В связи с этим мы представляем функцию реакции монетарной политики как квазитаргетирование инфляции с неполной стерилизацией валютных интервенций:

$$i_t = mpr * i_t^{IT} + (1 - mpr) * i_t^{UIP} + \varepsilon_t^i. \quad (50)$$

В соответствии с уравнением (50) уровень номинальной ставки МБК (i_t) складывается под воздействием двух компонент: ставки i_t^{IT} , соответствующей применению таргетирования инфляции, и ставки i_t^{UIP} , складывающейся на межбанковском рынке при неполной стерилизации валютных интервенций. Шок (ε_t^i) включен в уравнение (50) для учета дискреционных мер монетарной политики.

Степень предпочтения Нацбанком применения того или иного подхода к реализации монетарной политики определяет параметр mpr . Так как мы предполагаем возврат Нацбанка к активной политике на горизонте 1–2 лет, параметр mpr откалиброван равным 0,90. Более низкие значения приводят к сильной волатильности описываемой QPM экономической системы под влиянием шоков, что не позволяет ей сбалансироваться в течение нескольких лет после воздействия шока. В разделе 5 мы приводим симуляции длительной реализации пассивной монетарной политики с низким значением параметра mpr .

Мы не включаем в функцию реакции монетарной политики (50) ставку, которая балансирует спрос и предложение денег в экономике при заданном уровне промежуточного ориентира монетарной политики – широкой денежной массы.¹⁸ Несмотря на заявленный Нацбанком переход в 2015 г. к режиму монетарного таргетирования, действия Нацбанка с 2015 г. по II квартал 2020 г. в большей степени соответствовали режиму таргетирования инфляции. При это Нацбанк допускал существенные отклонения широкой денежной массы от таргета, если они не противоречили динамике инфляции вблизи целевого уровня. Как

¹⁸ См.: Musil et al., 2018, Mæhle et al., 2021.

будет показано в разделе 6, динамика ставки МБК в 2015 г. и в отдельные периоды 2020–2022 гг. достаточно точно описывается ставкой i_t^{UIP} , а с 2016 г. по середину 2020 г. – ставкой i_t^{IT} .

Ставка i_t^{UIP} , складывающаяся на межбанковском рынке при неполной стерилизации валютных интервенций, моделируется из уравнения непокрытого паритета процентных ставок (51) с добавлением ad-hoc компонента инерционности (i_{t-1}) и взвешивания ожидаемого ($E_t \Delta s_{t+1}$) и текущего (Δs_t) изменения валютных курсов для лучшей репликации фактических данных. Параметры x_1 и x_2 приняты равными соответственно 0.30 и 0.50. Предполагается, что при ослаблении белорусского рубля или повышении процентных ставок по активам, номинированным в иностранных валютах, увеличивается спрос на иностранную валюту на белорусском рынке. Это может вести к продаже Нацбанком иностранной валюты на бирже для сглаживания курсовой динамики, что транслируется в сокращение ликвидности банковской системы и повышение ставки МБК. При укреплении курса справедливо обратное.

$$i_t^{UIP} = x_1 i_{t-1} + (1 - u_1) * (i_t^* + prem_t + x_2 E_t \Delta s_{t+1} + (1 - x_2) * \Delta s_t). \quad (51)$$

Процентная ставка, соответствующая реализации монетарной политики в режиме таргетирования инфляции, представлена модифицированным правилом Тейлора:

$$i_t^{IT} = mm_1 i_{t-1} + (1 - mm_1) * (i_t^n + mm_2 * (E_t \pi_{t+3}^A - \pi_{t+3}^T) + mm_3 \hat{y}_t) \quad (52)$$

Ставка i_t^{IT} рассчитывается путем добавления к нейтральной процентной ставке (i_t^n) надбавки, определяемой исходя из ожидаемого отклонения инфляции от таргета ($E_t \pi_{t+3}^A - \pi_{t+3}^T$) и положения экономики в бизнес-цикле, аппроксимируемым разрывом выпуска (\hat{y}_t). Параметры mm_2 и mm_3 определяют масштаб реакции Нацбанка на изменение инфляции и разрыва выпуска и откалиброваны равными 0.50 и 0.25. Лаговая компонента (i_{t-1}) обеспечивает сглаженность динамики ставки с коэффициентом mm_1 , равным 0.50: на практике центральные банки стремятся избегать излишней волатильности ставок при применении режима таргетирования инфляции. Таким образом, при таргетировании инфляции центральный банк реагирует мерами монетарной политики на ожидаемое отклонение инфляции от таргета, стремясь при этом сгладить колебания экономического цикла. Использование ожидаемой инфляции обусловлено наличием лагов трансмиссионного механизма.

Включение нейтральной номинальной процентной ставки в уравнение (52) обеспечивает конвергенцию номинальной ставки МБК к нейтральному уровню в долгосрочном периоде. Следует отметить, что при включении в уравнение (52) нейтральной ставки для соблюдения принципа Тейлора достаточно, чтобы коэффициент mm_2 был больше нуля.

Нейтральная номинальная ставка МБК (i_t^n) рассчитывается путем суммирования реальной равновесной ставки МБК (\bar{r}_t) и ожидаемой инфляции ($E_t\pi_{t+1}^A$):

$$i_t^n = \bar{r}_t + E_t\pi_{t+1}^A. \quad (53)$$

Реальная равновесная ставка МБК является ненаблюдаемой переменной. В каждый период времени фактическая реальная ставка МБК (r_t), рассчитываемая путем корректировки номинальной ставки на ожидаемую инфляцию в соответствии с уравнением (54), может отклоняться от равновесной под влиянием мер монетарной политики или прочих факторов, например шоков ликвидности. Отклонение реальной ставки МБК от своего равновесного уровня определяет разрыв реальной процентной ставки МБК (\hat{r}_t) в соответствии с уравнением (55).

$$r_t = i_t - E_t\pi_{t+1}^A, \quad (54)$$

$$r_t = \bar{r}_t + \hat{r}_t. \quad (55)$$

В QPM предполагается, что реальная равновесная ставка МБК зависит от изменений потенциального ВВП ($\Delta\bar{y}_t$) и равновесного РЭК ($\Delta\bar{z}_t$). Такая спецификация уравнения (56) отличается от большинства ранее разработанных моделей, в том числе применяемой в Национальном банке Беларуси, где равновесная ставка моделируется из реальной версии непокрытого паритета процентных ставок. Как было отмечено в разделе 3, увязка равновесной ставки с потенциальным ВВП и равновесным РЭК может в большей степени соответствовать складывающейся ситуации все большего углубления финансовой изолированности белорусской экономики.

$$\bar{r}_t = w_1\bar{r}_{t-1} + (1 - w_1) * (\Delta\bar{y}_t + \Delta\bar{z}_t) + \varepsilon_t^{\bar{r}}. \quad (56)$$

Прирост потенциального ВВП в уравнении (56) аппроксимирует предельную доходность капитала, а включение равновесного РЭК призвано учесть влияние курсовых изменений на прибыльность вложений в иностранной валюте, что актуально для Беларуси как страны с малой открытой экономикой. Лаговая переменная равновесной ставки (\bar{r}_{t-1}) отвечает за

инерционность динамики равновесной ставки, обусловленную растянутым во времени влиянием на нее факторов.¹⁹ Шок реальной равновесной ставки (ε_t^r) аппроксимирует воздействие на нее факторов, не учтенных напрямую в уравнении (56). Среди этих факторов можно обозначить норму временных предпочтений, находящуюся в обратной зависимости от нормы сбережений. Как показано в исследовании Jordà et al. (2020), в периоды экономического кризиса, экономические агенты могут наращивать накопления на «черный день», что способно давить на равновесную ставку в сторону понижения.

4.6 Процентные ставки кредитно-депозитного рынка

Особенностью QPM, разработанной в настоящем исследовании, является включение в структуру модели процентных ставок по рублевым рыночным кредитам и новым срочным депозитам. Их учет позволяет более полно аппроксимировать монетарные условия функционирования белорусской экономики, так как на поведение фирм и домохозяйств напрямую воздействуют именно ставки по кредитам и депозитам, а не МБК.

В модели предполагается, что изменение процентной ставки МБК транслируется в процентные ставки кредитного рынка в соответствии с закономерностью, выявленной в исследовании А. Харитончика (2019b): реакция средней ставки по рублевым рыночным кредитам населению и организациям (i_{l_t}) в Беларуси на изменение ставки МБК является неполной и максимального значения достигает в течение двух кварталов после шока. Средняя ставка по новым рублевым срочным вкладам (i_{d_t}) населения и организаций моделируется схожим образом исходя из неопубликованных результатов эконометрического анализа. В результате спецификация уравнений (57–58) представлена в форме механизма коррекции ошибок для изменений номинальных процентных ставок по кредитам (Δi_{l_t}) и депозитам (Δi_{d_t}).²⁰

$$\Delta i_{l_t} = s_1 \Delta i_t + s_2 \Delta i_{t-1} + s_3 * (i_{l_{t-1}} - s_4 i_{t-1} - s_5) + \varepsilon_t^{\Delta i_{l_t}}, \quad (57)$$

¹⁹ Параметр w_1 откалиброван равным 0.70.

²⁰ Значения параметров уравнения (57) откалиброваны на основе с результатов исследования А. Харитончика (2019b): $s_1 = 0.15$, $s_2 = 0.10$, $s_3 = -0.15$, $s_4 = 0.70$, $s_5 = 4.70$. При этом значение параметра s_5 скорректировано таким образом, чтобы QPM имела уникальный steady state. Для калибровки параметров уравнения (58) были оценены модели коррекции ошибок для процентных ставок по депозитам с помощью подхода, представленного в работе А. Харитончика (2019b): $q_1 = 0.50$, $q_2 = 0.20$, $q_3 = -0.30$, $q_4 = 0.85$, $q_5 = 1.35$.

$$\Delta i_{d_t} = q_1 \Delta i_t + q_2 \Delta i_{t-1} + q_3 * (i_{l_{t-1}} - q_4 i_{t-1} - q_5) + \varepsilon_t^{\Delta i_{d_t}}, \quad (58)$$

$$\Delta i_{l_t} = i_{l_t} - i_{l_{t-1}}, \quad (59)$$

$$\Delta i_{d_t} = i_{d_t} - i_{d_{t-1}}. \quad (60)$$

Реальные ставки по кредитам (r_{l_t}) и депозитам (r_{d_t}) рассчитываются путем корректировки номинальных на ожидаемую инфляцию и раскладываются на равновесные компоненты ($\overline{r_{l_t}}$ и $\overline{r_{d_t}}$) и разрывы ($\widehat{r_{l_t}}$ и $\widehat{r_{d_t}}$):

$$r_{l_t} = i_{l_t} - E_t \pi_{t+1}^4, \quad (61)$$

$$r_{d_t} = i_{d_t} - E_t \pi_{t+1}^4, \quad (62)$$

$$r_{l_t} = \overline{r_{l_t}} + \widehat{r_{l_t}}, \quad (63)$$

$$r_{d_t} = \overline{r_{d_t}} + \widehat{r_{d_t}}. \quad (64)$$

Реальные равновесные ставки по кредитам и депозитам определяются путем добавления к реальной равновесной ставке МБК равновесных спредов ($\overline{spread_t^l}$ и $\overline{spread_t^d}$), моделируемых как авторегрессионные процессы со сходимением к устойчивым уровням ($\overline{spread_{ss}^l}$ и $\overline{spread_{ss}^d}$), откалиброванным на основе исторических данных равными соответственно 2.0 и 0.0. Значения параметров w_2 и w_3 приняты равными 0.90:

$$\overline{r_{l_t}} = \bar{r}_t + \overline{spread_t^l}, \quad (65)$$

$$\overline{r_{d_t}} = \bar{r}_t + \overline{spread_t^d}, \quad (66)$$

$$\overline{spread_t^l} = w_2 \overline{spread_{t-1}^l} + (1 - w_2) * \overline{spread_{ss}^l} + \varepsilon_t^{\overline{spread_t^l}}, \quad (67)$$

$$\overline{spread_t^d} = w_3 \overline{spread_{t-1}^d} + (1 - w_3) * \overline{spread_{ss}^d} + \varepsilon_t^{\overline{spread_t^d}}. \quad (68)$$

4.7 Внешний сектор

Беларусь можно отнести к группе стран с малыми открытыми экономиками. Экспорт и импорт товаров и услуг составляют около 60% ВВП каждый. В связи с этим в QPM внедрен блок внешнего сектора, который описывает динамику разрыва выпуска, инфляции, процентной ставки денежного рынка и курсов валют в странах – торговых партнерах Беларуси, а также нефтяных цен. Внешние переменные разрыва выпуска (\hat{y}_t^*), инфляции (π_t^*) и

номинальной процентной ставки (i_t^*) являются эффективными, т. е. средневзвешенными с учетом значимости экономического партнера. Экономическими партнерами Беларуси в QPM выступают Россия, ЕС (еврозона для инфляции и ставки), Китай и США, которые аппроксимируют остальной мир. Параметры w^{ru} , w^{eu} и w^{cn} задают значимость соответственно России, ЕС (еврозоны) и Китая в эффективных внешних переменных. Их значения на основе структуры внешнеторговых операций, ПИИ и вероятной переориентации торговых потоков на Россию в ближайшем будущем откалиброваны равными 0.60, 0.15 и 0.05 соответственно.

$$\hat{y}_t^* = w^{ru}\hat{y}_t^{ru} + w^{eu}\hat{y}_t^{eu} + w^{cn}\hat{y}_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * \hat{y}_t^{us}, \quad (69)$$

$$\pi_t^* = w^{ru}\pi_t^{ru} + w^{eu}\pi_t^{eu} + w^{cn}\pi_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * \pi_t^{us}, \quad (70)$$

$$i_t^* = w^{ru}i_t^{ru} + w^{eu}i_t^{eu} + w^{cn}i_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * i_t^{us}. \quad (71)$$

Уравнения, задающие динамику переменных внешнего сектора по отдельным странам, не являются структурными, а представлены авторегрессионными процессами с экзогенно определенными устойчивыми состояниями. Оценивание ненаблюдаемых компонент внешних переменных осуществляется с помощью одномерных фильтров с экспертными суждениями, а непосредственно в модель вводятся преобразованные данные. Полная структура модели представлена в приложении А.

4.8 Калибровка параметров QPM

Все параметры QPM калибровались, а не оценивались. Это обусловлено тем, что временные ряды макропоказателей Беларуси являются достаточно короткими для оценивания и подвержены множественным структурным сдвигам. Кроме того, в Беларуси несколько раз в XXI в. изменялись режимы монетарной политики и курсообразования. Применение оценивания на таких данных несет высокую угрозу неточной идентификацией параметров. Как отмечается в Mæhle et al. (2021), параметры QPM моделей, которые разработаны при технической поддержке МВФ, практически всегда калибруются, а не оцениваются.

QPM содержит три группы параметров. Во-первых, это коэффициенты при переменных уравнений, которые определяет динамические свойства модели. Калибровка этих параметров, как правило, основывается на имеющихся рекомендациях, экспертных суждениях и результатах научных исследований. Кроме того, необходимо принимать во внимание, что

ненаблюдаемые равновесные показатели обычно характеризуются сглаженной динамикой. Во-вторых, это стандартные отклонения шоков, которые определяют волатильность ненаблюдаемых переменных и оказывают существенное влияние на их оценивание. Соответственно калибровка этих параметров осуществляется на основе исторической волатильности временных рядов переменных с учетом предположения, что разрывы являются более изменчивыми в сравнении с трендами.²¹ И, в-третьих, это устойчивые значения переменных, которые определяют стабильное состояние модели (steady state). Калибровка последней группы параметров, как правило, основывается на средних значениях переменных (при структурных сдвигах – за наиболее релевантный для текущих условий период) или результатах научных исследований.

Параметры модели калибровались таким образом, чтобы учесть стилизованные факты белорусской экономики, режимы монетарной и курсовой политики, а также функционирование трансмиссионного механизма. При калибровке принимались во внимание рекомендации для стран с формирующимся рынком, представленные в работах Berg et al. (2006a; 2006b), значения, приведенные в ранее опубликованных исследованиях, а также экспертные суждения. При этом мы основывали калибровку на крайнем периоде порядка 5–7 лет, так как именно в этот период ярко проявились структурные дисбалансы белорусской экономики и изменялись режимы монетарной политики и курсообразования. Откалиброванные значения параметров модели представлены в приложении А.²²

Для проверки реалистичности калибровки параметров мы использовали предложенные в работе Mæhle et al. (2021) методы: 1) экономическую согласованность, демонстрируемую функциями импульсного отклика; 2) способность модели реалистично объяснить историческую динамику макропеременных; 3) точность прогноза на исторических данных (in-sample simulations). Результаты применения этих методов представлены в разделах 5 и 6.

В качестве исходных данных для QPM использовались экономические показатели Беларуси и стран – торговых партнеров квартальной периодичности. Для оценивания ненаблюдаемых компонентов использовался многомерный фильтр Калмана.

²¹ При калибровке стандартных отклонений имеют значения не их абсолютные значения, а отношения значений стандартных отклонений переменных.

²² В приложении А представлены значения коэффициентов при переменных уравнений и устойчивые значения. Значения стандартных шоков доступны по запросу.

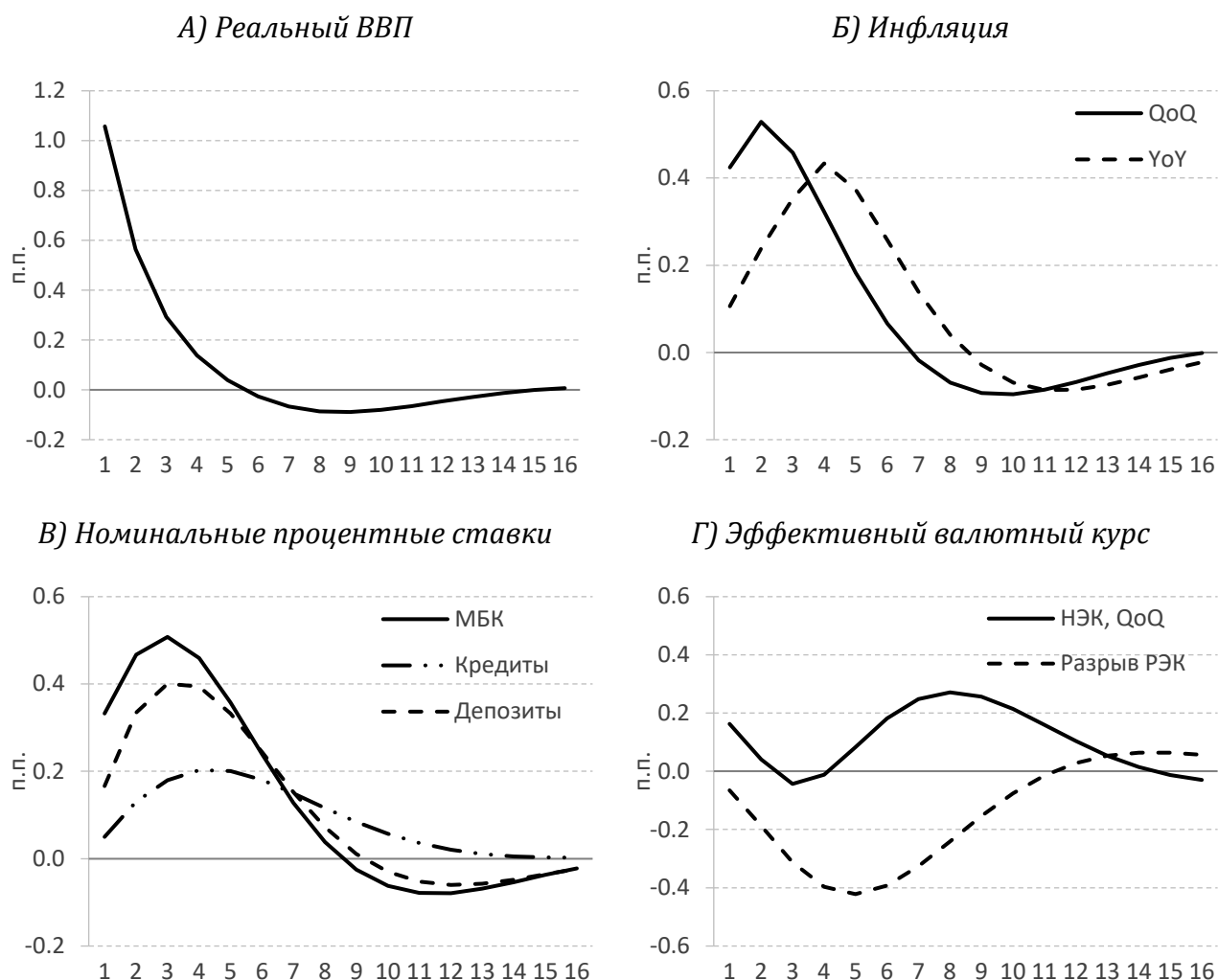
5. Динамические характеристики QPM

5.1 Реакция макропоказателей на экономические шоки: базовая спецификация

Мы провели симуляции (при базовой спецификации и калибровке QPM) поведения экономической системы в ответ на пять важнейших макроэкономических шоков: шок внутреннего спроса, инфляционный шок, шок валютного курса, шок монетарной политики и шок фискальной политики. Шоки при симуляциях рассматриваются как неожиданные: система перед воздействием шока находится в устойчивом равновесном состоянии, и экономические агенты не имеют информации о возможном шоковом воздействии.

Шок внутреннего спроса ведет к увеличению ВВП сверх своего равновесного уровня, что формирует положительный разрыв выпуска (рисунок 6.А). Инфляционное давление возрастает и выражается в значимом ускорении инфляции в течение полугода после шока (рисунок 6.Б). Монетарные власти реагируют на отклонение инфляции от цели путем повышения ставки МБК, которая достаточно быстро транслируется в ставки по рублевым вкладам и с лагом и большей инерционностью в ставки по рыночным рублевым кредитам (рисунок 6.В). Повышение процентных ставок по рублевым активам препятствует сильному ослаблению номинального валютного курса, давление на который в период воздействия шока спроса оказывает рост импорта (рисунок 6.Г). С учетом возросшей инфляции РЭК уходит в область переоцененности, что наряду с повышением ставок начинает постепенно вести к ослаблению чистого экспорта и внутреннего спроса. В результате положительный разрыв выпуска начинает закрываться – ВВП возвращается к равновесному уровню. Инфляционное давление ослабевает, что позволяет Нацбанку постепенно вернуть процентные ставки к нейтральному уровню.

Рисунок 6: Функции импульсного отклика на шок внутреннего спроса в рамках QPM



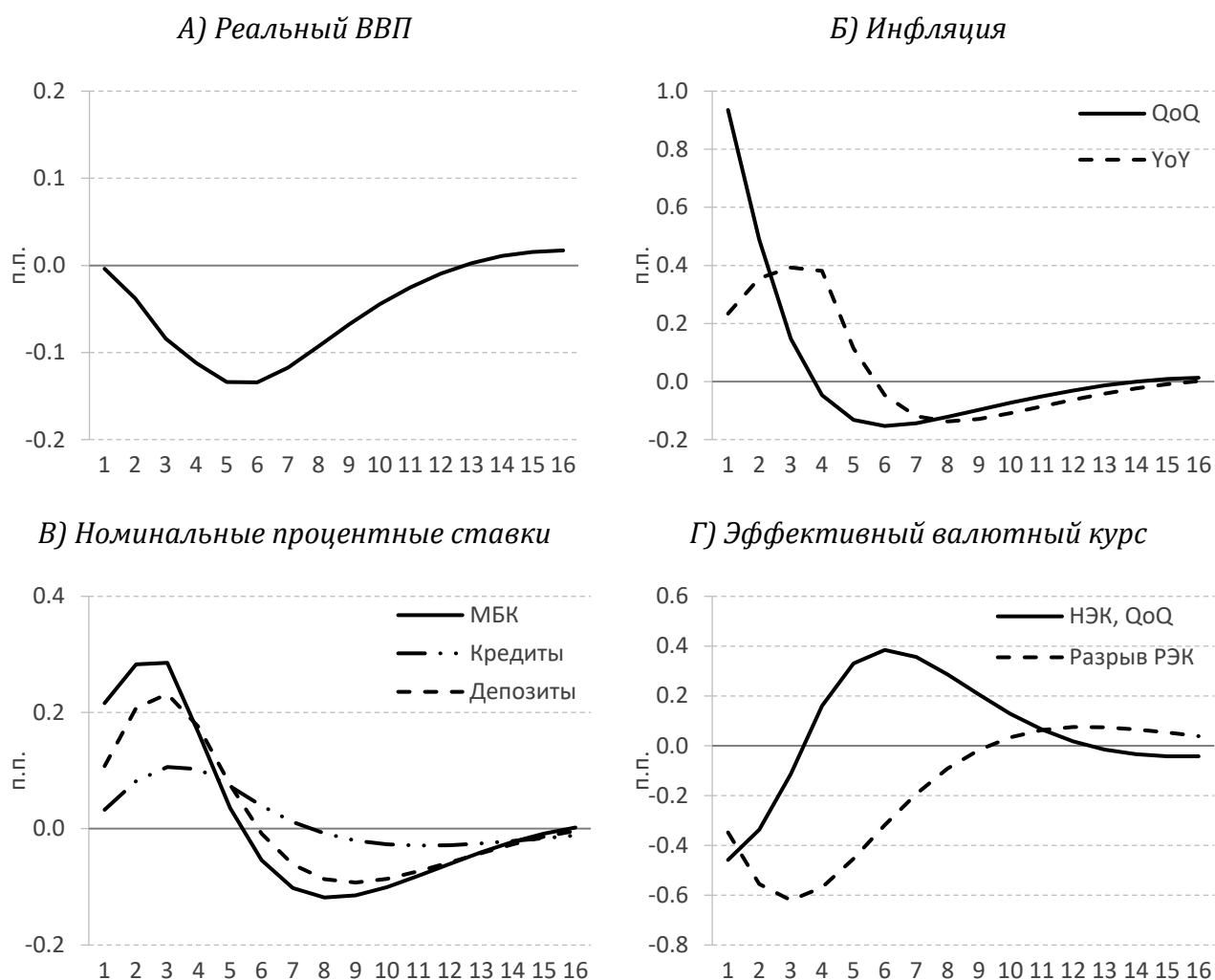
Источник: разработка автора.

Примечание: здесь и далее функции импульсного отклика представлены в отклонениях переменных от своих равновесных уровней. QoQ – аннуализированное изменение показателя в периоде t по отношению к периоду $t-1$. YoY – изменение показателя в периоде t по отношению к периоду $t-4$.

Инфляционный шок в QPM моделируется как экзогенное повышение аннуализированной базовой инфляции на 1 п.п. В силу заложенной в QPM увязки динамики базовой и небазовой инфляции через относительные цены небазовый ИПЦ также растет, что выражается в повышении сводного ИПЦ (рисунок 7.Б). Национальный банк реагирует на увеличение инфляции путем поднятия процентных ставок (рисунок 7.В). Это приводит к увеличению спроса на сбережения в национальной валюте, укреплению НЭК и формированию переоцененности белорусского рубля (рисунок 7.Г). С временным лагом переоцененность РЭК и рост процентных ставок начинают сдерживать экономическую активность, что выражается в открытии отрицательного разрыва выпуска (рисунок 7.А). В результате инфляционное давление начинает ослабевать, что позволяет Нацбанку перейти к циклу снижения

ставок, который способствует постепенному возврату валютного курса и ВВП к равновесным уровням.

Рисунок 7: Функции импульсного отклика на инфляционный шок в рамках QRM

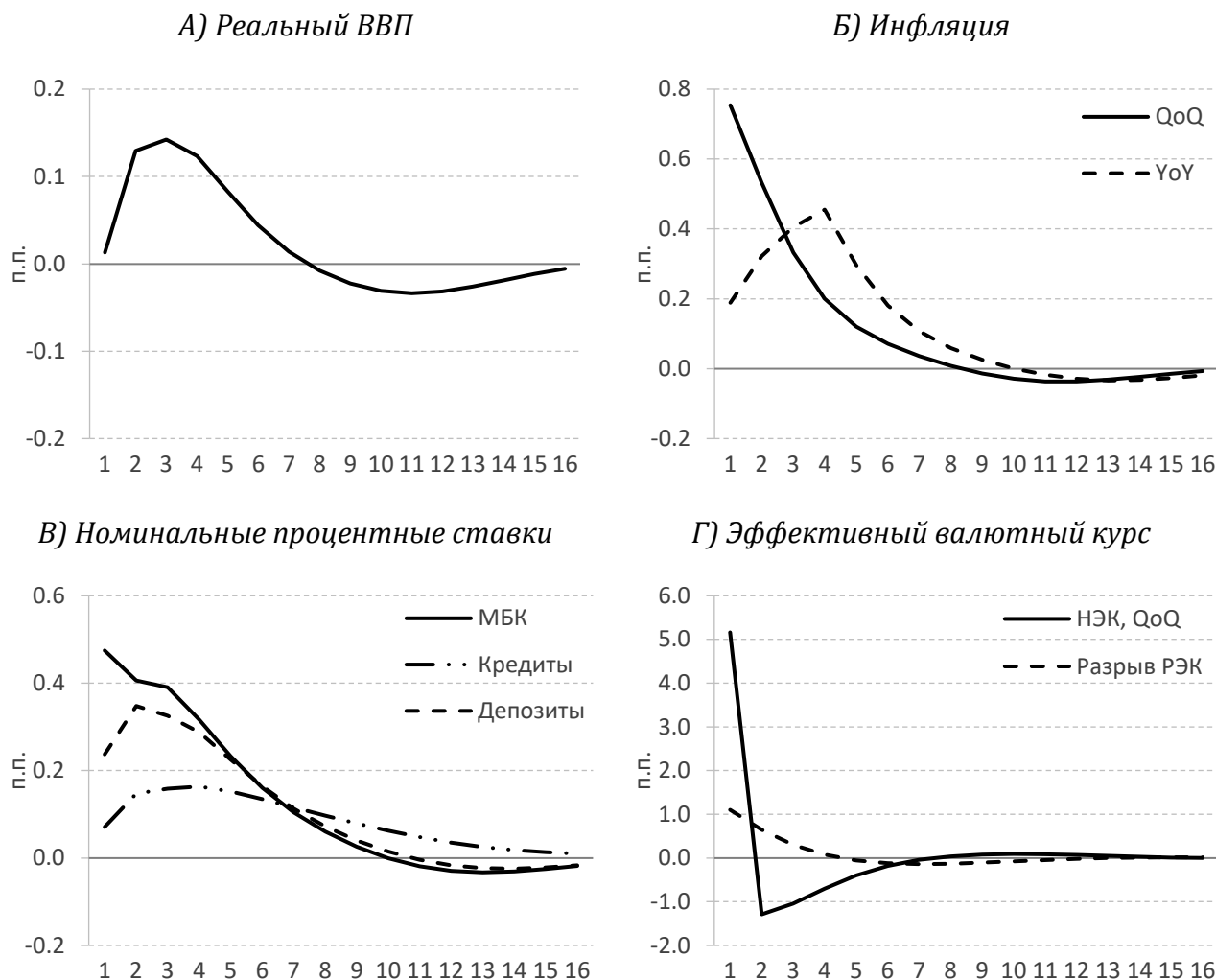


Источник: разработка автора.

Шок валютного курса сопряжен с резким ослаблением НЭК (рисунок 8.Г), что создает инфляционное давление и обуславливает значимое повышение инфляции (рисунок 8.Б). Из-за ускорения темпов роста цен РЭК ослабляется в меньшей степени в сравнении с НЭК, тем не менее формируется недооцененность белорусского рубля (рисунок 8.Г). Нацбанк реагирует на всплеск инфляции путем повышения ставки денежного рынка, которая постепенно транслируется в ставки кредитно-депозитного рынка (рисунок 8.В). Так как реакция ставок по кредитам и вкладам на изменение ставки МБК идет с лагом, их влияние на внутренний спрос в краткосрочном периоде имеет ограниченный сдерживающий эффект. В результате увеличение чистого экспорта благодаря недооцененности рубля перевешивает и ВВП повышается в течение трех кварталов после шока, что формирует положительный

разрыв выпуска (рисунок 8.А). В дальнейшем эффекты от повышения ставок на валютный курс и внутренний спрос начинают превалировать, что отражается в постепенном возврате РЭК и ВВП к равновесию. Инфляционное давление уменьшается, что позволяет Нацбанку вернуть процентные ставки к нейтральным уровням.

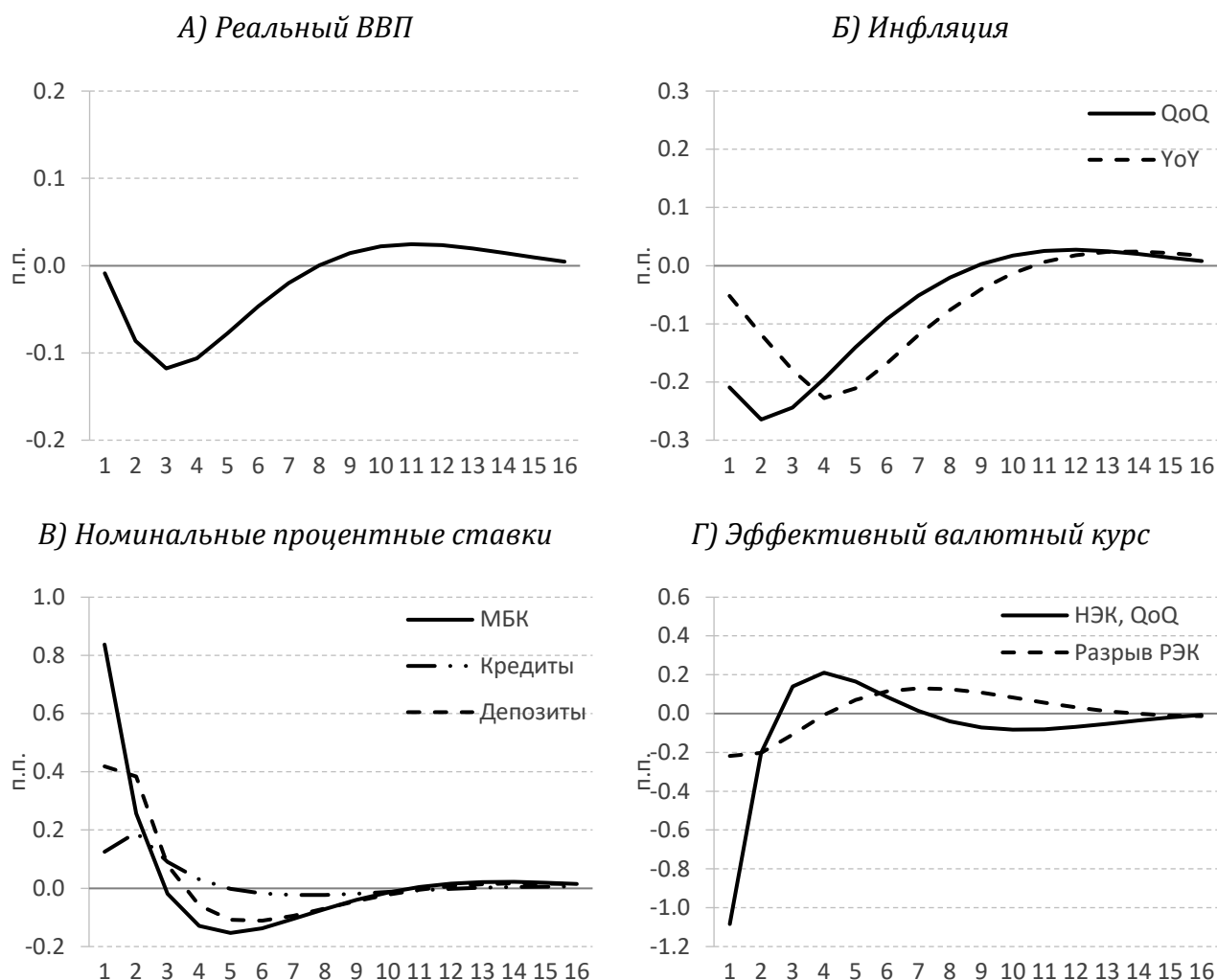
Рисунок 8: Функции импульсного отклика на шок валютного курса в рамках QPM



Источник: разработка автора.

Шок монетарной политики моделируется как неожиданное изменение ставки МБК. Повышение ставки МБК приводит к увеличению процентных ставок по рублевым депозитам (рисунок 9.В). Это повышает привлекательность сбережений в белорусских рублях и обуславливает рост чистого предложения (или сокращение чистого спроса) на валютном рынке, что выражается в укреплении белорусского рубля и формировании его небольшой переоцененности, которая стимулирует рост импорта (рисунок 9.Г). Повышение ставки МБК также ведет к постепенному увеличению стоимости рублевого кредитования (рисунок 9.В).

Рисунок 9: Функции импульсного отклика на шок монетарной политики в рамках QPM

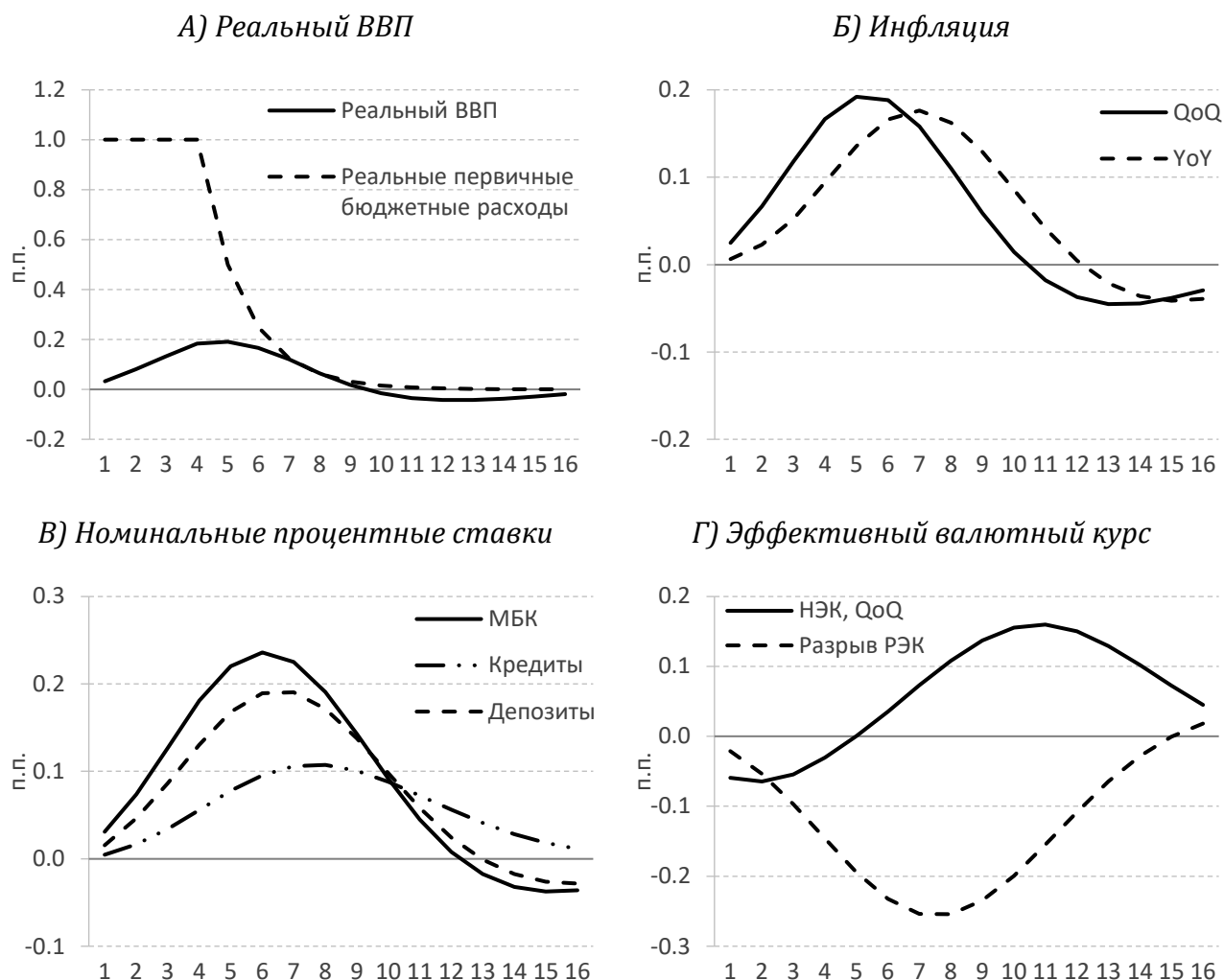


Источник: разработка автора.

С учетом увеличения рисков кредитования для банков по более высоким ставкам формируются сдерживающие монетарные условия, которые ведут к ослаблению экономической активности (рисунок 9.А). Снижение совокупного спроса наряду с укреплением национальной валюты выражается в замедлении инфляции (рисунок 9.Б). Так как инфляция отклоняется вниз от целевого уровня, Нацбанк начинает снижать ставку МБК, возвращая ее к нейтральному уровню. Понижение ставки МБК с лагом транслируется в ставки кредитно-депозитного рынка и довольно быстро приводит к ослаблению белорусского рубля в силу действия канала ожиданий трансмиссионного механизма и наращивания импорта. В результате рестрикционный характер монетарных условий ослабевает, что поддерживает постепенное возвращение ВВП к равновесному уровню, а инфляции – к таргету.

Шок фискальной политики мы моделируем как однопроцентное превышение реальными непроцентными расходами бюджета своего равновесного уровня на протяжении одного года (рисунок 10.А). При активной монетарной политике влияние фискального шока на экономическую активность будет ограниченным: в ответ на усиление инфляционных рисков Нацбанк повышает процентные ставки (рисунок 10.В). Наряду с валютными интервенциями, это позволяет номинальному курсу практически не изменяться в течение нескольких кварталов (рисунок 10.Г). Однако в дальнейшем из-за сокращения чистого экспорта формируется давление к ослаблению национальной валюты (рисунок 10.Г.). Стимулы для роста импорта угасают, что способствует приближению ВВП к потенциальному объему и позволяет процентным ставкам постепенно начать снижаться.

Рисунок 10: Функции импульсного отклика на фискальный шок в рамках QPM



Источник: разработка автора.

5.2 Реакция макропоказателей на экономические шоки: альтернативные калибровки

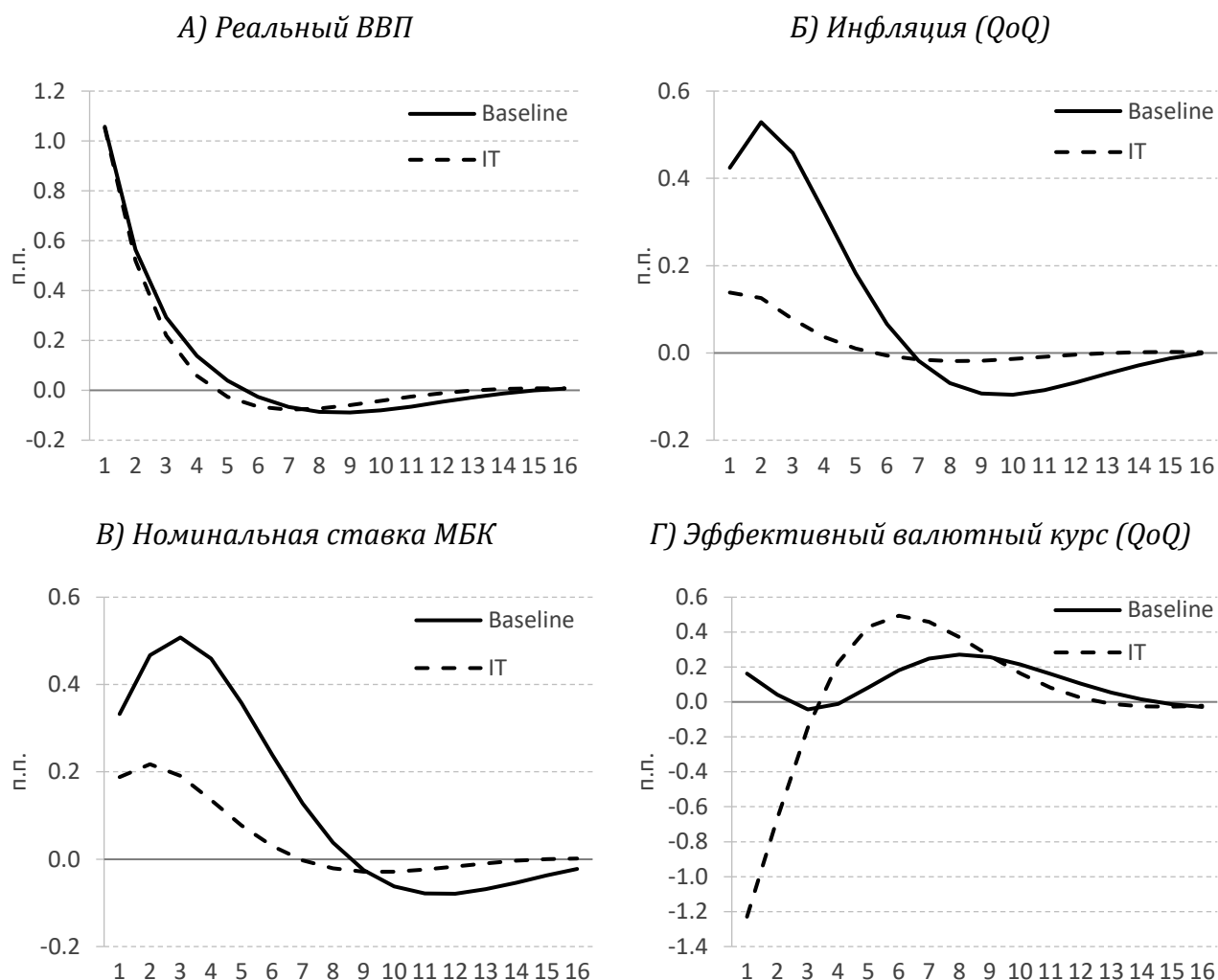
Мы провели симуляции шока внутреннего спроса в рамках QPM с применением альтернативных калибровок параметров и сравнили функции импульсного отклика для иллюстрации возможного влияния изменений в режиме монетарной и курсовой политики на поведение экономической системы. Мы рассматриваем два альтернативных сценария.

Первый альтернативный сценарий предполагает переход Нацбанка на режим полномасштабного таргетирования инфляции и более гибкое курсообразование при отсутствии значимых барьеров на пути движения капитала. Для симуляции сценария мы изменяем значение параметра h_1 с 0,3 в базовой спецификации до 0 в альтернативной, а параметра mpr с 0,9 до 1,0 соответственно. Следует учитывать, что рассматриваемый сценарий предполагает значимое смягчение санкций в отношении Беларуси, в связи с чем вероятность его реализации в ближайшей перспективе мала. Вместе с тем симуляция рассматриваемого сценария представляется полезной для дискуссии о реформах белорусской экономики и монетарной среды.

Второй альтернативный сценарий предполагает реализацию Нацбанком пассивной монетарной политики: существенное ограничение трансграничных потоков капитала, проведение Нацбанком нестерилизованных валютных интервенций и отсутствие контроля с его стороны за ставкой денежного рынка. Для симуляции сценария мы изменяем значение параметра h_1 с 0,3 в базовой спецификации до 1,0 в альтернативной, а параметра mpr с 0,9 до 0,0 соответственно. Вторым альтернативным сценарием можно рассматривать как вероятное поведение белорусской экономики в ответ на шоки при продолжительном сохранении действующих в настоящее время санкционного режима, подходов к реализации монетарной и в целом экономической политики в Беларуси.

Как показывают результаты симуляций, представленные на рисунке 11, переход к таргетированию инфляции и увеличение гибкости курсообразования могут позволить существенно снизить волатильность макроэкономических переменных в ответ на шок внутреннего спроса. Это преимущественно связано с более активной ролью валютного курса как автоматического стабилизатора. Так как валютный курс в большей степени реагирует на изменение процентных ставок, Нацбанку достаточно меньшего изменения ставки МБК для возврата инфляции к таргету.

Рисунок 11: Сравнение функций импульсного отклика на шок внутреннего спроса в рамках QPM при базовой калибровке и переходе к таргетированию инфляции

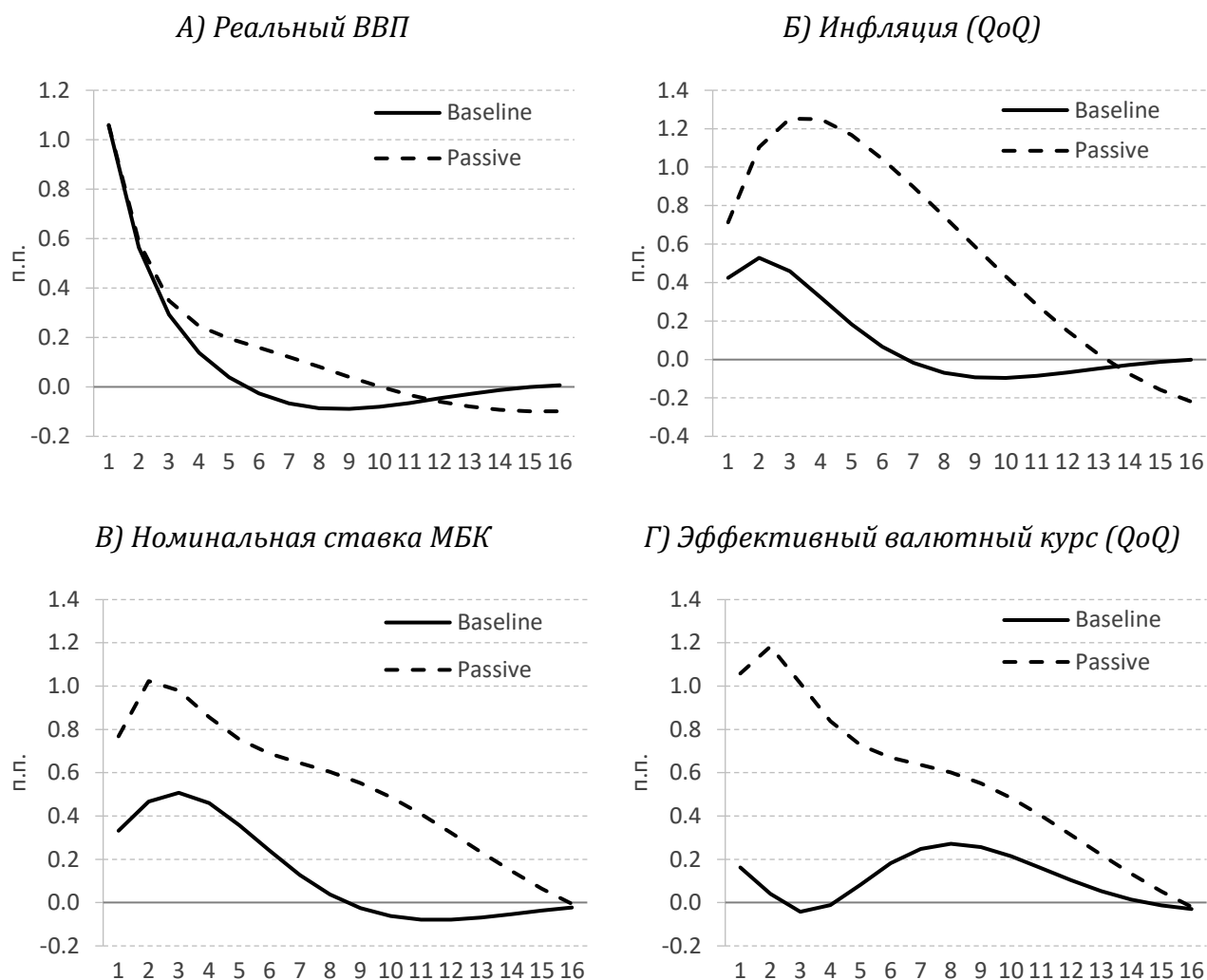


Источник: разработка автора.

Примечание: функции импульсного отклика представлены в отклонениях переменных от своих равновесных уровней. Baseline – базовая калибровка, IT – альтернативная калибровка (переход к режиму таргетирования инфляции).

Продолжительная реализация пассивной политики Нацбанком, включающей значительные ограничения на потоки капитала, нестерилизованные валютные интервенции и отсутствие контроля за процентной ставкой МБК, может ассоциироваться с повышенной волатильностью макропеременных в ответ на шок спроса (рисунок 12). Схождение экономической системы к равновесному состоянию потребует значительного времени и будет сопряжено с длительным периодом повышенных инфляции, номинальных процентных ставок и темпов ослабления национальной валюты.

Рисунок 12: Сравнение функций импульсного отклика на шок внутреннего спроса в рамках QPM при базовой калибровке и пассивной монетарной политике



Источник: разработка автора.

Примечание: функции импульсного отклика представлены в отклонениях переменных от своих равновесных уровней. Baseline – базовая калибровка, Passive – альтернативная калибровка (пассивная монетарная политика).

5.3 Прогноз на исторических данных

Прогноз на исторических данных применялся в качестве дополнительной процедуры проверки адекватности калибровки QPM. Для этого рассчитываются среднеквадратические ошибки прогноза (RMSE) ключевых макропеременных QPM, которые сравниваются с RMSE модели случайного блуждания. Симуляция осуществлена на периоде с I квартала 2007 г. по IV квартал 2021 г. Первая половина 2022 г. не принималась во внимание, так как в этот период экономика Беларуси подверглась шоковому санкционному воздействию, которое невозможно спрогнозировать, основываясь исключительно на

исторической динамике макропеременных. При проведении симуляций предполагается, что все экзогенные переменные в модели известны.²³ Все остальные наблюдаемые переменные известны только до квартала, предшествующего прогнозному периоду. При симуляциях экспертные суждения не учитывались. Результаты прогноза на исторических данных представлены в таблице 1 и приложении Б.

Таблица 1: Точность прогноза на исторических данных с 2007 по 2021 гг.

Показатель	Отношение RMSE для QPM к RMSE для модели случайного блуждания на прогнозном горизонте					
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.
Сводная инфляция, % YoY	0,45	0,52	0,58	0,64	0,66	0,67
Базовая инфляция, % YoY	0,55	0,64	0,72	0,80	0,83	0,85
Реальный ВВП, % YoY	0,68	0,58	0,62	0,70	0,83	0,82
НЭК, % QoQ	1,06	0,80	0,76	0,77	0,79	0,81
Номинальная ставка МБК, %	0,90	0,78	0,86	0,84	0,75	0,74
Номинальная ставка по рублевым рыночным кредитам, %	0,82	0,81	0,83	0,87	0,88	0,88
Номинальная ставка по рублевым срочным вкладам, %	0,83	0,79	0,85	0,89	0,79	0,76

Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: YoY – темп прироста квартал к соответствующему кварталу предыдущего года. QoQ – аннуализированный темп прироста квартал к предыдущему кварталу.

Результаты прогноза показывают, что точность QPM выше модели случайного блуждания для всех рассматриваемых переменных. Следует учитывать, что QPM откалибрована под экономические условия, сложившиеся к середине 2022 г. В связи с этим точность прогноза на исторических данных может быть невысокой из-за ряда шоков и изменений режимов монетарной политики и курсообразования. К примеру, среднегодовой прирост ВВП замедлился с 6,4% в 2007–2011 гг. до 0,6% в 2012–2021 гг., а в 2015 г. Нацбанк перешел от таргетирования валютного курса к режиму управляемого плавания. Точность прогноза процентных ставок, валютного курса и ВВП существенно повышается при симуляции с I квартала 2016 г. после перехода к управляемому плавающему курсообразованию (таблица 2).

²³ Мы также делаем известными бюджетные расходы, условия торговли и небазовую инфляцию, спецификация уравнений которых в модели является упрощенной.

Таблица 2: Точность прогноза на исторических данных с 2016 по 2021 гг.

Показатель	Отношение RMSE для QPM к RMSE для модели случайного блуждания на прогнозном горизонте					
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	5 кв.	6 кв.
Сводная инфляция, % YoY	0,35	0,33	0,40	0,51	0,60	0,72
Базовая инфляция, % YoY	0,53	0,45	0,49	0,63	0,73	0,86
Реальный ВВП, % YoY	0,35	0,40	0,49	0,41	0,31	0,38
НЭК, % QoQ	0,88	0,57	0,62	0,77	0,67	0,66
Номинальная ставка МБК, %	0,67	0,33	0,31	0,35	0,33	0,28
Номинальная ставка по рублевым рыночным кредитам, %	0,59	0,51	0,47	0,46	0,45	0,45
Номинальная ставка по рублевым срочным вкладам, %	0,76	0,54	0,52	0,60	0,62	0,62

Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: YoY – темп прироста квартал к соответствующему кварталу предыдущего года. QoQ – аннуализированный темп прироста квартал к предыдущему кварталу.

6. Ретроспективная динамика важнейших макроэкономических показателей

QPM позволяет оценить текущее состояние экономики, выделить ключевые драйверы динамики ВВП и инфляции, обосновать характер монетарной, курсовой и фискальной политик. Так как в QPM макроэкономические переменные разделяются на наблюдаемые и ненаблюдаемые, то для согласованного оценивания ненаблюдаемых компонентов используются методы многомерной фильтрации. В настоящем исследовании применялся фильтр Калмана на квартальных данных с I квартала 2003 г. по III квартал 2022 г.²⁴ Мы применяли фильтр Калмана дважды. Первый раз мы ограничили выборку IV кварталом 2021 г. Это связано с тем, что в I–II кварталах 2022 г. экономика Беларуси подверглась воздействию сильного санкционного шока. QPM не способна предугадать такие экзогенные шоки, поэтому модель стремится объяснить (с учетом ограничений, наложенных спецификацией и калибровкой) поведение макропеременных на основе заложенной в QPM информации. Это приводит к значительной переоценке динамики

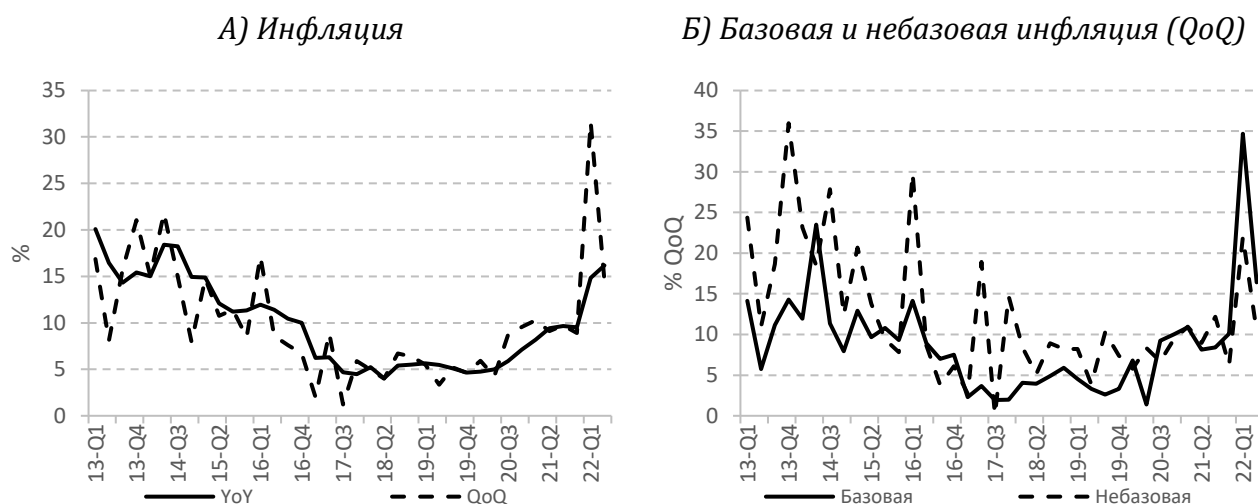
²⁴ На момент применения фильтра Калмана эмпирические данные по некоторым показателям за III квартал 2022 г. отсутствовали. В связи с этим их значения в этом периоде представлены экспертными оценками на основе имевшихся высокочастотных данных, а результаты фильтрации в разделе 6 рассматриваются только по II квартал 2022 г. включительно.

ненаблюдаемых переменных в 2019–2021 гг. при применении Калмановской фильтрации сразу ко всей выборке. Для устранения этой проблемы мы применяем фильтр для выборки, заканчивающейся IV кварталом 2021 г., вносим экспертные оценки таким образом²⁵, чтобы динамика ненаблюдаемых переменных в 2019–2021 гг. не претерпевала значимых изменений, существенно расширяем стандартные отклонения шоков равновесных ВВП, экспорта и импорта, а также их равновесных темпов прироста в I и II кварталах 2022 г., и запускаем фильтр Калмана на полной выборке.

6.1 Инфляция: динамика и драйверы

В 2015–2017 гг. в Беларуси наблюдался период дезинфляции: рост потребительских цен опустился в область однозначных величин (рисунок 13.А). В этот период существенно замедлилась и базовая, и небазовая инфляция (рисунок 13.Б).²⁶

Рисунок 13: Динамика инфляции в Беларуси в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

Дезинфляционное давление в 2015–2017 гг. сформировалось со стороны реальных предельных издержек, а с середины 2016 г. и со стороны импортируемой инфляции, в том числе из-за замедления роста цен в основном торговом партнере Беларуси –

²⁵ Мы вносим экспертные оценки для разрыва РЭК, прироста равновесного РЭК, разрыва выпуска, прироста равновесного выпуска, разрыва экспорта, разрыва импорта, равновесной реальной ставки МБК, равновесных спредов для ставок по кредитам и депозитам, разрыва относительной цены, разрыва заработной платы и прироста равновесной реальной заработной платы.

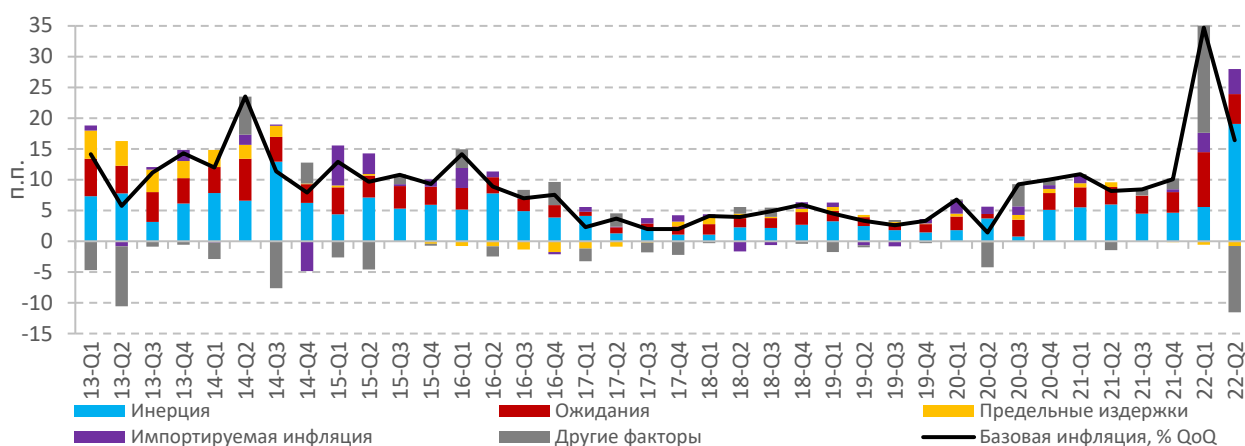
²⁶ Замедление небазовой инфляции в 2015–2017 гг. во многом является следствием административного регулирования цен. Если в 2013–2014 гг. административно регулируемые цены росли более чем на 20% за год, то в 2015–2016 гг. в среднем на 13% за год, а в 2017 г. – на 8%.

России (рисунок 14). Кроме того, переход Нацбанка с 2015 г. к политике активного противодействия инфляции, установление явного целевого ориентира инфляции и повышение гибкости курсообразования способствовали увеличению доверия к монетарным властям и снижению инфляционных ожиданий (рисунок 14). Снижение инфляционных ожиданий в рассматриваемый период подтверждается результатами, полученными с помощью применения эконометрического моделирования на эмпирических данных в исследовании Д. Крука (Kruk, 2020).

Давление на реальные предельные издержки в сторону понижения в 2015–2017 гг. оказывала рецессия в белорусской экономике, сопровождавшаяся формированием глубоких отрицательных разрывов выпуска и заработной платы (рисунок 15). Это давление более чем компенсировало проинфляционное влияние недооцененности белорусского рубля вплоть до конца 2017 г.

С конца 2017 г. по середину 2020 г. инфляция в Беларуси колебалась вблизи уровня 5%, который являлся таргетируемым в тот период (рисунок 13.А). Инфляционное влияние предельных издержек было минимальным (рисунок 15), импортируемая инфляция не оказывала дополнительного инфляционного давления, а инфляционные ожидания оставались на исторически низких уровнях (рисунок 14).

Рисунок 14: Декомпозиция базовой инфляции в Беларуси в 2013–2022 гг.



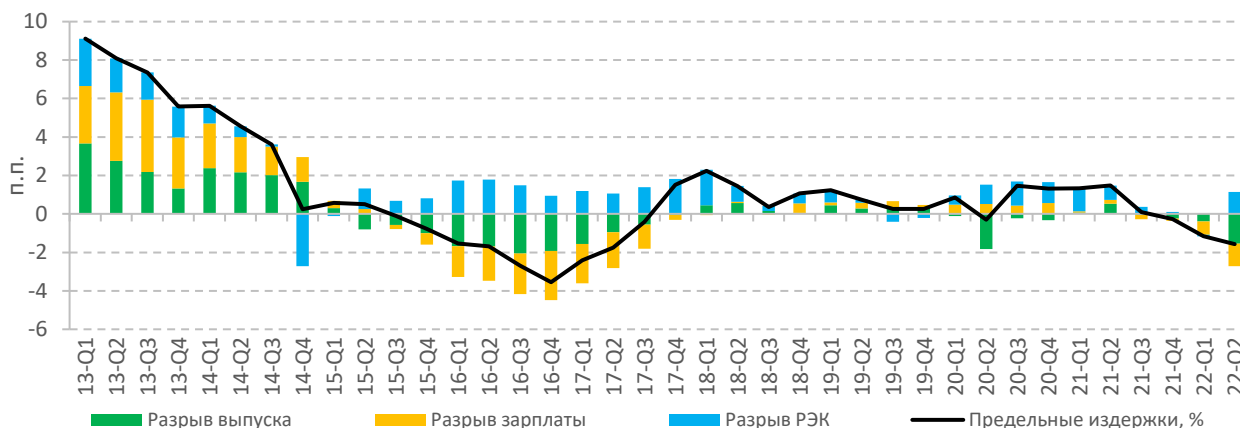
Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

Во второй половине 2020 г. инфляция в Беларуси начала ускоряться под влиянием ослабления белорусского рубля, повышения инфляционных ожиданий на фоне социально-политического кризиса, а также увеличения импортируемой инфляции в условиях глобального повышения темпов роста цен на сырьевые товары, удорожания транспортировки товаров и

удлинения сроков поставок (рисунок 14). Дополнительное инфляционное давление в 2020 г. оказывал превышающий равновесные темпы рост реальных зарплат, который мог быть достигнут с применением административного ресурса (рисунок 15). Так как монетарная политика с середины 2020 г. фактически перестала активно применяться для сдерживания инфляции, действие большинства обозначенных факторов сохранилось в 2021 г., по итогам которого рост потребительских цен в Беларуси достиг 10%.

Рисунок 15: Декомпозиция реальных предельных издержек в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

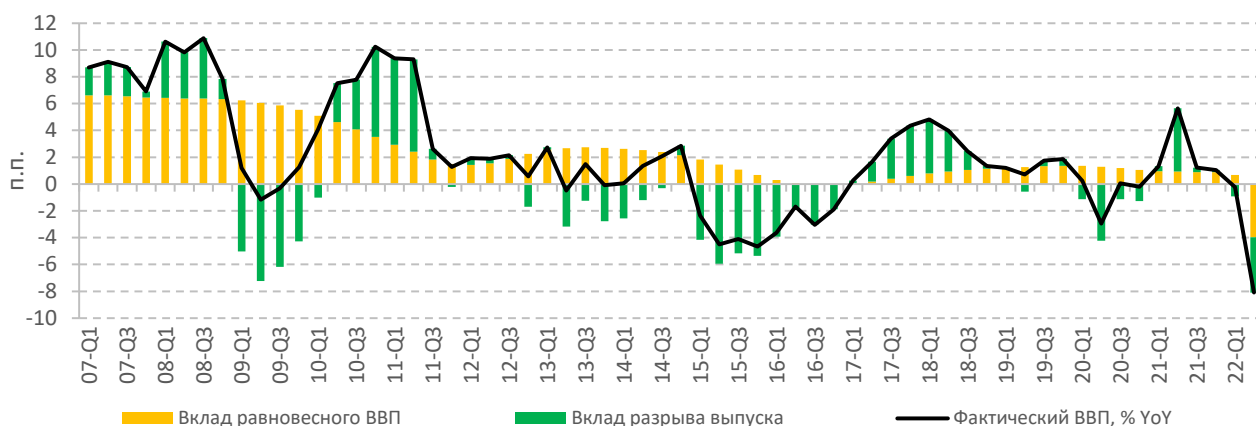
В I квартале 2022 г. инфляция в Беларуси существенно ускорилась, а ее аннуализированное значение за квартал превысило 30% – максимум с 2011 г. (рисунок 13.A). Всплеск инфляции в рамках QPM объясняется шоком, который в I квартале 2022 г. инкорпорирует масштабный взлет инфляционных и девальвационных ожиданий в условиях введения жестких санкций в отношении России и Беларуси после начала военных действий в Украине (рисунок 14). В II квартале 2022 г. наблюдалось коррекционное замедление инфляции на фоне ослабления экономической активности и падения реальных зарплат (рисунок 15). При этом темпы роста цен сохранялись исторически высокими из-за увеличения издержек предприятий в связи с перестройкой производственно-логистических и финансовых цепочек, а также возросшей недооцененности белорусского рубля.

6.2 ВВП и разрыв выпуска

После 2009 г., и особенно наглядно после внутреннего финансового кризиса 2011 г., рост ВВП Беларуси сильно замедлился (рисунок 16). Снижение темпов роста белорусской экономики во многом связано с

падением эффективности использования факторов производства и сопровождалось уменьшением темпов роста потенциального выпуска (рисунок 16).²⁷

Рисунок 16: Декомпозиция прироста (YoY) реального ВВП Беларуси в 2007–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

Стремление белорусских властей «замаскировать» снижение экономического роста после 2009 г. выразилось в поддержании значительного положительного разрыва выпуска в 2010–2014 гг. (рисунок 17). Активное стимулирование экономики за счет директивного наращивания заработных плат, бюджетной политики и нерыночного кредитования вело к перегреву экономики вплоть до 2015 г. (рисунок 18) и стало одной из основных причин валютного и банковского кризиса 2011 г. и валютного кризиса 2014–2015 г.²⁸ Дополнительную поддержку белорусской экономике до 2014 г. оказывали сравнительно высокие темпы роста ВВП России, во многом из-за высоких цен на нефть (рисунок 18).

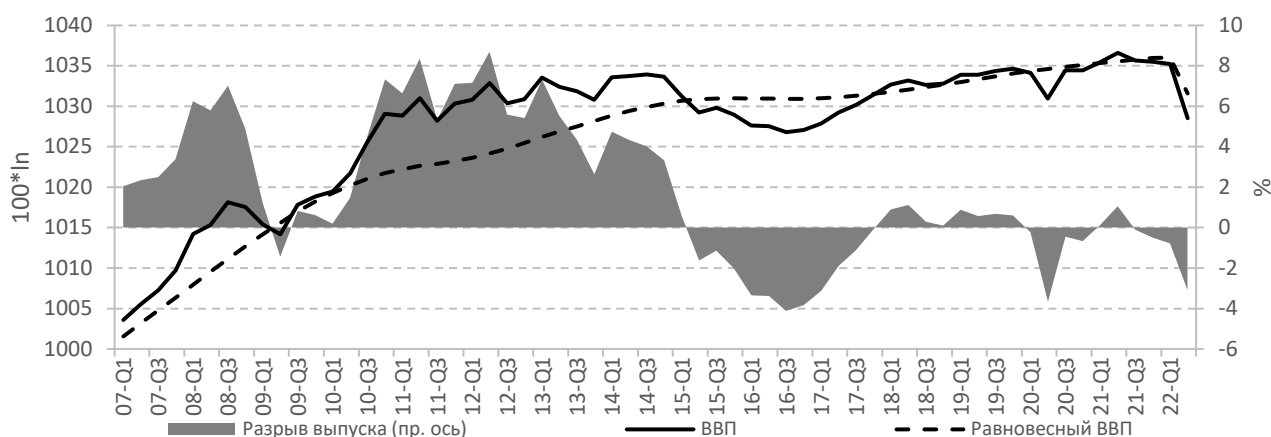
В начале 2015 г. белорусская экономика вошла в рецессию, которая длилась вплоть до III квартала 2016 г. (рисунок 17). Глубокий циклический спад 2015–2016 гг. стал следствием ошибочности политики таргетирования валютного курса вкупе с избыточным стимулированием внутреннего спроса, приведшей к значительной переоцененности белорусского рубля в конце 2014 г., а также падения внешнего спроса в результате экономического спада в России. Усиление инфляционных рисков из-за девальвации белорусского рубля потребовало от Нацбанка существенного ужесточения денежно-кредитной политики в начале 2015 г., что наряду с сокращением бюджетной поддержки

²⁷ С анализом причин замедления экономического роста в Беларуси после 2009 г. можно ознакомиться в исследованиях Д. Крука (Kruk, 2018; 2020), В. Комкова (2020), Н. Мирончик и А. Левихиной (2020), World Bank (2018).

²⁸ Исследование причин валютных кризисов в Беларуси приведено в работе Miksjuk et al. (2015).

экономики и ограничением директивного кредитования стало фактором продолжительного экономического спада в Беларуси (рисунок 18).

Рисунок 17: Динамика реального ВВП и разрыва выпуска в Беларуси в 2007–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

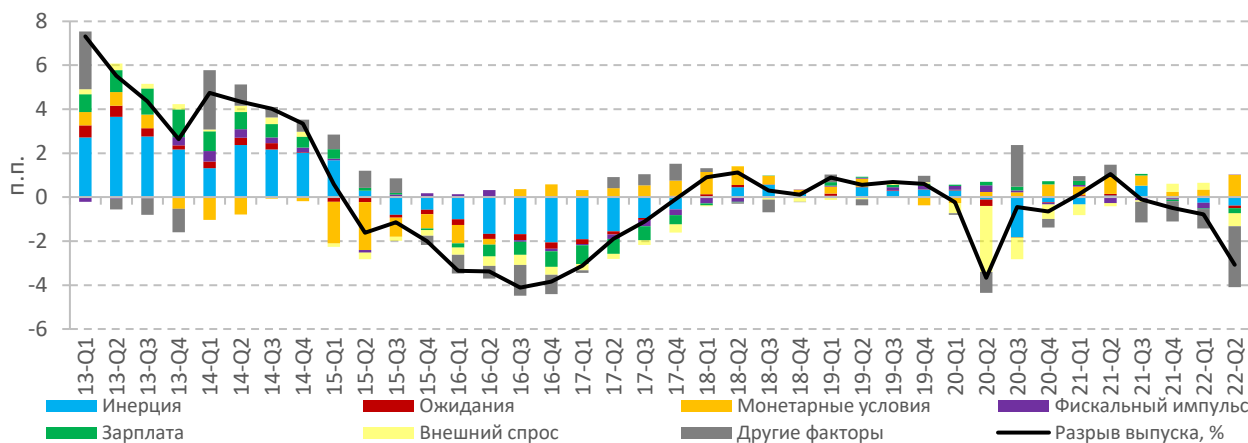
С конца 2016 г. белорусская экономика перешла к фазе восстановления, которая длилась до начала 2018 г. По мере снижения инфляции и инфляционных ожиданий монетарные условия смягчались, что способствовало восстановлению кредитной активности и поддерживало процесс экономического восстановления (рисунок 18). В 2018–2019 гг. белорусский ВВП двигался вблизи равновесной траектории и разрыв выпуска находился вблизи нулевой отметки (рисунок 17). Этому способствовали близкие к нейтральным монетарные условия, консервативная бюджетная политика и восстановившийся внешний спрос (рисунок 18).

В начале 2020 г. белорусская экономика подверглась сильному шоку из-за падения внешнего спроса и ухудшения экономических настроений внутри страны в острую фазу пандемии COVID-19. Вместе с тем спад ВВП Беларуси оказался краткосрочным и уже в начале 2021 г. сформировавшийся в I квартале 2020 г. отрицательный разрыв выпуска закрылся. Быстрому восстановлению экономики способствовал усилившийся мировой спрос на сырьевые товары, в том числе экспортируемые Беларусью калийные и прочие удобрения, древесину, нефтепродукты и др. Дополнительную поддержку экспорту оказала сформировавшаяся в 2020 г. недооцененность белорусского рубля, которая сохранялась на протяжении 2021 г.

Период быстрого роста белорусской экономики оказался коротким: уже в III квартале 2021 г. объем ВВП с устранением сезонности начал сокращаться. Инвестиционная депрессия, усугубившаяся после

социально-политического кризиса 2020 г., и постепенное усиление санкционного влияния западных стран начали перевешивать влияние благоприятной конъюнктуры на мировых рынках. В результате белорусская экономика начала вновь погружаться в рецессию: ВВП продолжил сокращаться в IV квартале 2021 г. и I квартале 2022 г. (рисунок 17).

Рисунок 18: Декомпозиция разрыва выпуска в Беларуси в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

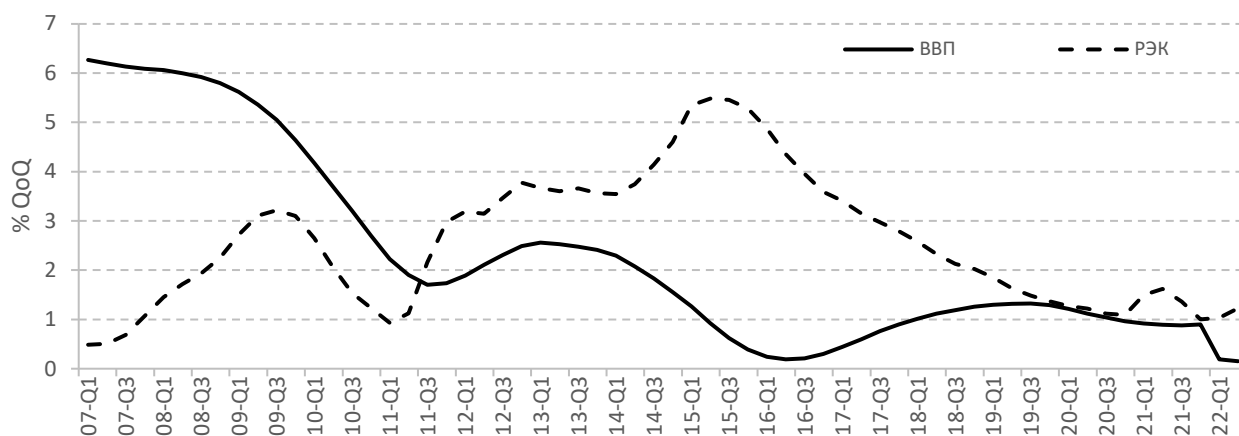
Рецессия в белорусской экономике углубилась в II квартале 2022 г. под воздействием ужесточения санкций стран Запада и возросшей токсичности взаимодействия с белорусскими контрагентами. Объем ВВП с устранением сезонности снизился более чем на 6% к уровню I квартала 2022 г. В QPM заложена предпосылка о продолжительном влиянии санкций на ВВП Беларуси. Это означает, что снижение ВВП в 2022 г. в значительной степени носит структурный характер и сопряжено с уменьшением равновесного выпуска (рисунок 16).²⁹ Тем не менее вторичные эффекты санкций выразились в ослаблении внутреннего спроса, что привело к расширению отрицательного разрыва выпуска (рисунок 16). Так как фактор санкций напрямую не учтен в QPM, то его влияние на разрыв выпуска отражено в шоке спроса (другие факторы на рисунке 18).

Прирост потенциального ВВП Беларуси в 2022 г. на основе QPM оценивается вблизи 0% (рисунок 19). Его резкое снижение отражает эффекты ужесточения санкционной политики в отношении Беларуси и России. Тем не менее, даже до 2022 г.

²⁹ Для учета структурного сдвига в QPM стандартные отклонения шоков равновесного ВВП (ε_t^y), и прироста равновесного ВВП ($\varepsilon_t^{\Delta y}$) были расширены на основе экспертных суждений.

прирост потенциального ВВП оценивался вблизи 1%, что является крайне низким значением для страны с формирующимся рынком. Серьезными препятствиями на пути раскрытия потенциала белорусской экономики являются институциональные ограничения, недостаточно реформированный сектор госпредприятий, перекосы в перераспределении финансовых ресурсов в экономике, негативные демографические тренды.

Рисунок 19: Прирост (QoQ) потенциального ВВП и равновесного РЭК в Беларуси в 2007–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

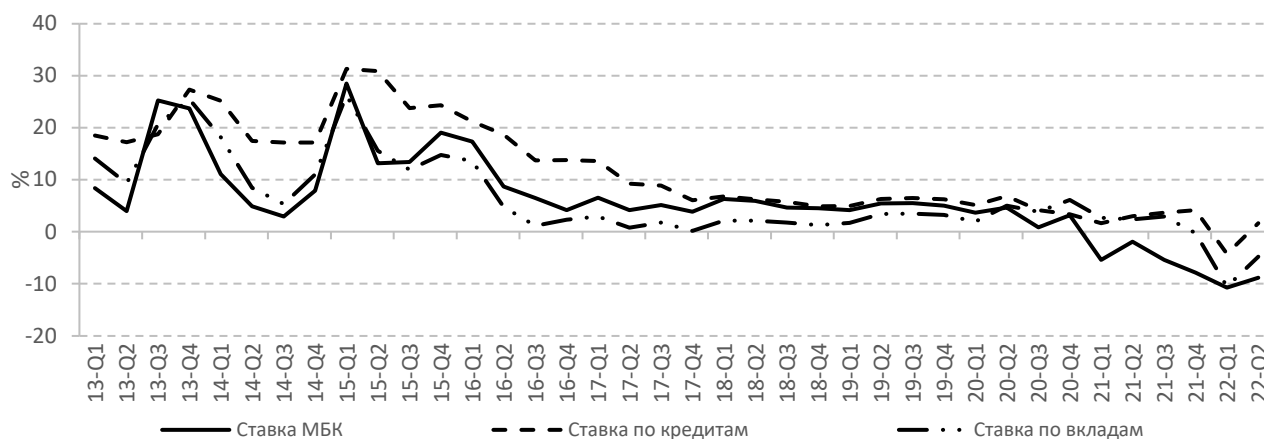
6.3 Монетарная и курсовая политика

До 2015 г. Нацбанк преимущественно использовал режим таргетирования курса белорусского рубля к доллару США. В таком режиме, с учетом не полностью закрытого финансового счета платежного баланса, Нацбанк имел ограниченные возможности по управлению внутренними процентными ставками кредитно-депозитного рынка. Их динамика во многом определялась внешними факторами и характеризовалась повышенной волатильностью (рисунок 20).

Значительная недооцененность белорусского рубля, сформировавшаяся после валютного кризиса 2011 г., позволяла Нацбанку относительно успешно использовать режим таргетирования валютного курса до 2014 г. Однако в 2014 г. произошло изменение внешних условий функционирования белорусской экономики: на Россию были наложены санкции, а цены на нефть упали, что привело к девальвации российского рубля на 68,5% в декабре 2014 г. к декабрю 2013 г. Сохранение Нацбанком Беларуси на этом фоне политики таргетирования курса белорусского рубля к доллару привело к формированию существенной

переоцененности белорусской валюты к концу 2014 г. (рисунок 21). В таких условиях чистый спрос на иностранную валюту на внутреннем рынке резко вырос, что в условиях ограниченности золотовалютных резервов вынудило Нацбанк пойти на поэтапную девальвацию белорусского рубля к доллару в течение 2015 г., а также объявить о переходе к режиму монетарного таргетирования и повышении гибкости курсообразования.^{30,31}

Рисунок 20: Динамика реальных процентных ставок в Беларуси в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Переход к режиму управляемого плавающего валютного курса сопровождался формированием недооцененности белорусского рубля, которая сохранялась вплоть до III квартала 2018 г., когда национальная валюта приблизилась к равновесному уровню. Рубль вновь вышел в область недооцененности в 2020 г. из-за ослабления к валютам стран – торговых партнеров вследствие ажиотажного спроса на иностранную валюту в марте 2020 г. и после президентских выборов в августе 2020 г. (рисунок 21).

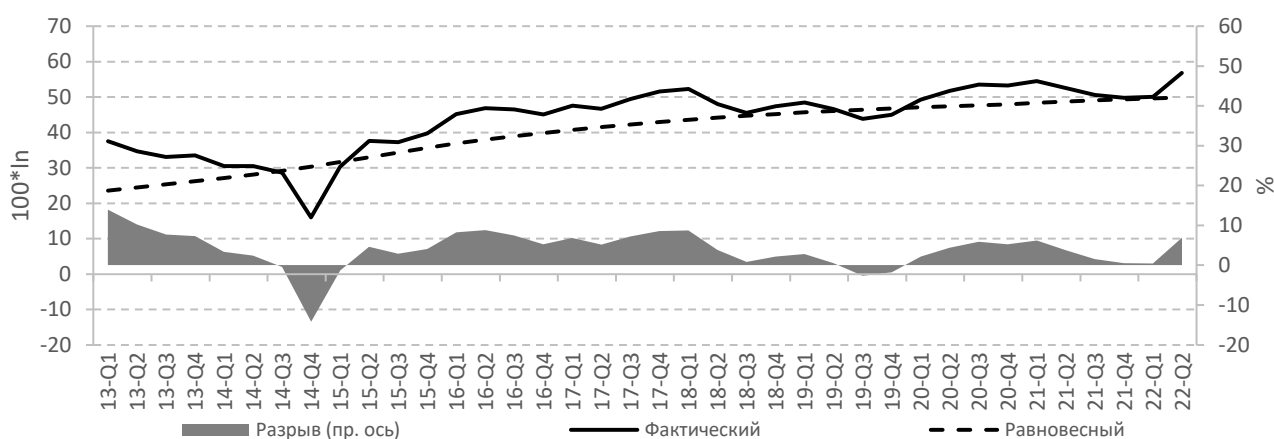
Результаты QPM показывают, что применение монетарного таргетирования в 2015 г. – первой половине 2016 г. вело к высокой волатильности процентных ставок, которые в целом сильно выросли в реальном выражении (рисунок 20). В этот период Нацбанк стремился управлять денежным предложением, что в условиях нестабильного спроса на

³⁰ В ноябре 2014 г. население и организации купили на чистой основе иностранной валюты на белорусском внутреннем рынке на сумму 0,5 млрд долл., в декабре 2014 г. – на сумму 1,35 млрд долл. Золотовалютные резервы Нацбанка снизились за ноябрь 2014 г. на 0,2 млрд долл., за декабрь 2014 г. – еще на 0,76 млрд долл., – и составили 5,06 млрд долл. на 1 января 2015 г. (менее 1,4 месяца импорта товаров и услуг). Белорусский рубль ослаб к доллару на 10,1% за декабрь 2014 г. и еще на 29,4% за январь 2015 г.

³¹ О решениях Нацбанка по переходу к монетарному таргетированию и повышению гибкости курсообразования см.: <https://www.nbrb.by/press/3659> и <https://www.nbrb.by/press/4118>.

деньги обуславливало сильные колебания цены денег. С середины 2016 г. динамика ставки МБК в Беларуси практически полностью повторяла траекторию оцениваемой в QPM процентной ставки, соответствующей режиму таргетирования инфляции (рисунок 22). Это может означать, что в условиях неустойчивой функции спроса на деньги Нацбанк де-факто перешел к активному управлению процентными ставками с середины 2016 г.³² Неявное применение таргетирования инфляции продолжалось до середины 2020 г., после чего Нацбанк, как было отмечено в разделе 3, фактически перешел к пассивной политике, вероятно, под давлением правительства (рисунок 22).

Рисунок 21: Динамика РЭК в Беларуси в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

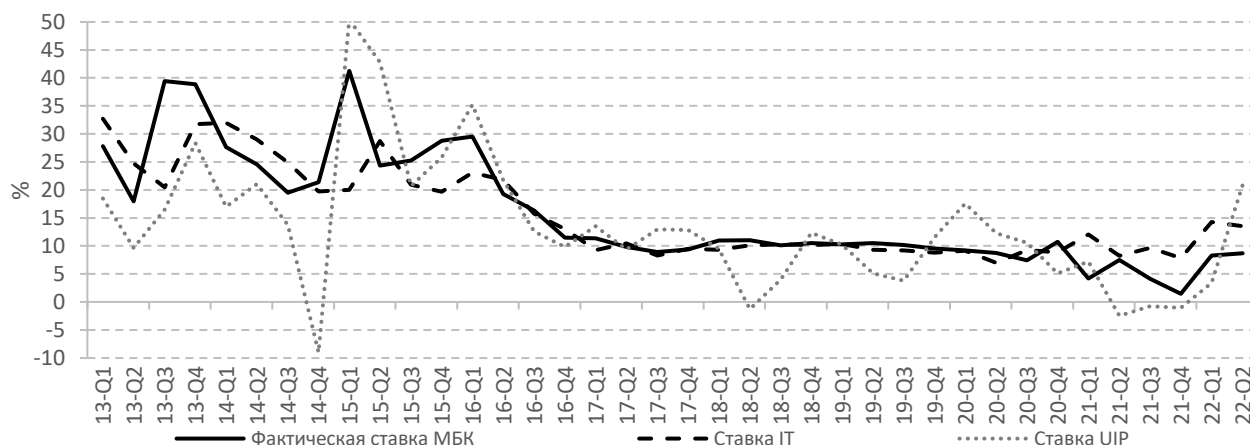
Повышение реальных процентных ставок кредитно-депозитного рынка в 2015 г. сформировало сдерживающие монетарные условия (рисунок 23). Процентные ставки МБК и по срочным депозитам превышали свои равновесные уровни вплоть до середины 2016 г. и начали активно снижаться в II квартале 2016 г. в условиях стабилизации ситуации на внутреннем финансовом рынке и де-факто переходу Нацбанка к применению ставки МБК в качестве операционного ориентира монетарной политики.³³ Процентные ставки по рыночным рублевым кредитам оставались повышенными относительно равновесных значений вплоть до конца 2017 г. в связи с сохранением высоких рисков и неопределенности экономического развития, в том числе двукратного

³² Официально смена операционного ориентира монетарной политики с денежной базы на ставку МБК состоялась 1 января 2018 г. См.: <https://www.nbrb.by/press/6991>.

³³ Снижение ставок по депозитам в 2016 г. также было связано с административными рычагами Нацбанка, который рекомендовал банкам понизить ставки. См.: <https://neg.by/novosti/otkrytj/stavki-pora-snizhat-no-ochen-akkuratno/>.

повышения удельного веса проблемных активов банков за 2016 г.³⁴ В 2018–2019 гг., которые можно охарактеризовать как период макроэкономической стабильности, процентные ставки кредитно-депозитного рынка поддерживались вблизи своих равновесных уровней (рисунок 23).

Рисунок 22: Динамика номинальной процентной ставки МБК в Беларуси в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

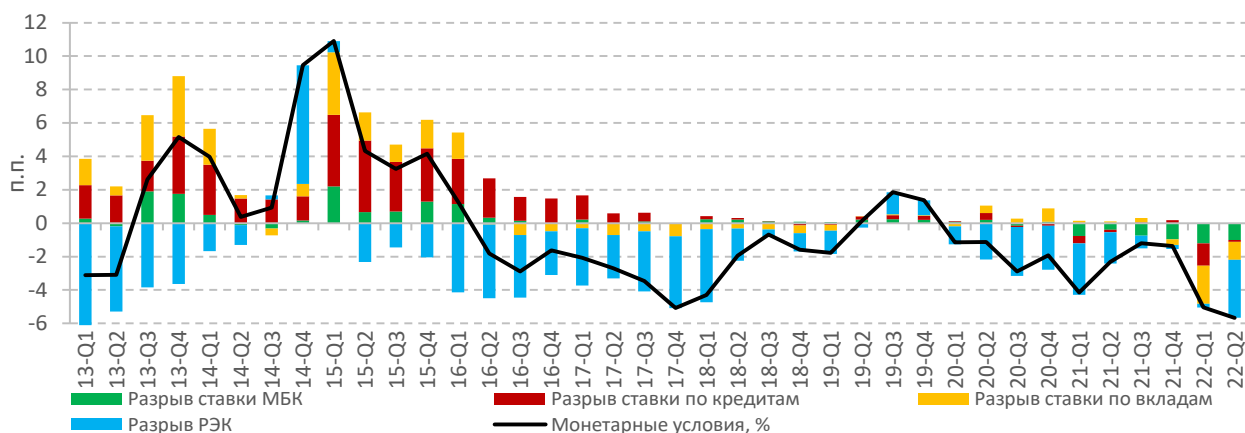
Примечание: ставка IT (i_t^{IT}) – номинальная процентная ставка МБК, соответствующая реализации монетарной политики в режиме таргетирования инфляции. Ставка UIP (i_t^{UIP}) – номинальная процентная ставка МБК при проведении пассивной монетарной политики с нестерилизованными интервенциями на валютном рынке.

В острую фазу пандемии II квартала 2020 г. из-за возросших рисков для финансового сектора процентные ставки перешли в область жестких значений. В силу отхода Нацбанка с середины 2020 г. от использования ставки МБК в качестве операционного ориентира монетарной политики ее уровень начал практически полностью определяться состоянием ликвидности банковского сектора. С сентября по ноябрь 2020 г. ставка МБК оставалась повышенной относительно равновесного уровня из-за ухудшения состояния ликвидности банковской системы в период социально-политического кризиса. Ставки по вкладам также превысили нейтральные значения, в то время как по рыночным кредитам оставались вблизи равновесия. В 2021 г. ставка МБК опустилась ниже равновесного уровня из-за структурного профицита ликвидности и сформированные ей монетарные

³⁴ Доля проблемных активов в активах банков, подверженных кредитному риску, увеличилась с 6,8% на начало 2016 г. до 14,9% на 1 ноября 2016 г. К началу 2017 г. доля снизилась до 12,8% и осталась на этом уровне на начало 2018 г.

условия оставались мягкими в течение 2022 г. Ставки по вкладам опустились ниже равновесия к концу 2021 г. (рисунок 23).

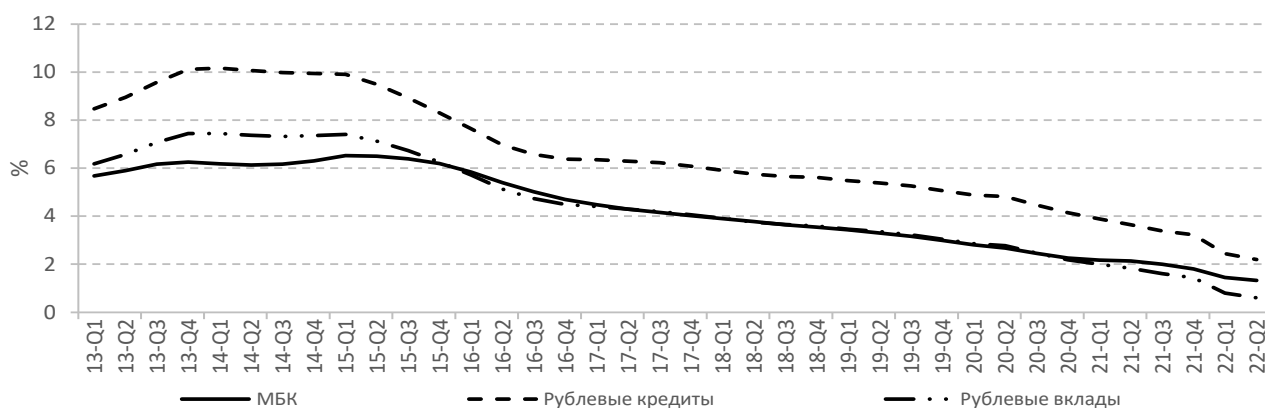
Рисунок 23: Декомпозиция монетарных условий в Беларуси в 2013–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Результаты применения QPM показывают, что важные для монетарной политики индикаторы равновесных реальных процентных ставок кредитно-депозитного рынка снизились в последние годы и по состоянию за II квартал 2022 гг. оцениваются около 0,6% для новых срочных рублевых вкладов, 1,3% для рублевого МБК и 2,2% для новых рублевых рыночных кредитов (рисунок 24). Снижение равновесных уровней процентных ставок преимущественно отражает замедление темпов ослабления равновесного РЭК, а в 2022 г. также и уменьшение темпов роста потенциального ВВП Беларуси (рисунок 25.A).

Рисунок 24: Динамика равновесных процентных ставок кредитно-депозитного рынка в Беларуси в 2013–2022 гг.



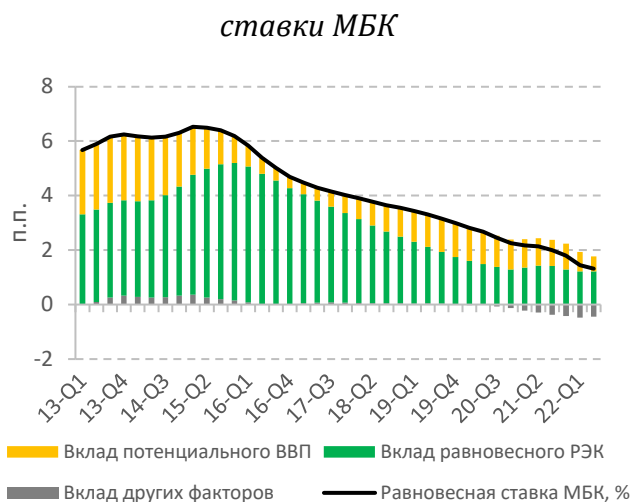
Источник: разработка автора на базе QPM.

Следует отметить, что в условиях введения жестких финансовых санкций в отношении Беларуси и России, ограничения возможностей и усложнения использования доллара, евро и других мировых валют в экономической деятельности белорусскими экономическими агентами,

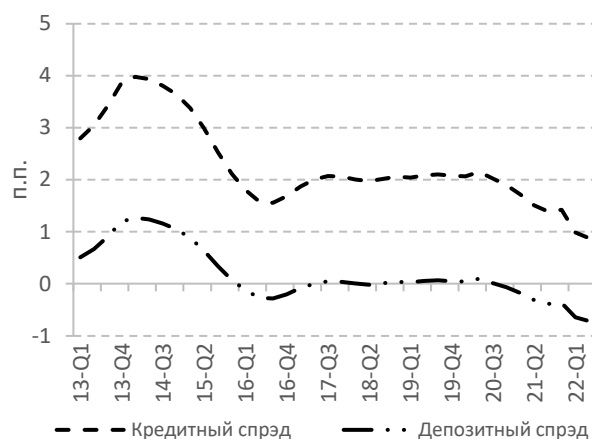
риски кредитования и сбережений в этих валютах возросли. Это может объяснять снижение в 2022 г. равновесных кредитного и депозитного спредов, идентифицированное в рамках QPM (рисунок 25.Б).

Рисунок 25: Декомпозиция равновесной реальной ставки МБК и динамика равновесных спредов в Беларуси в 2013–2022 гг.

А) Декомпозиция равновесной реальной ставки МБК



Б) Равновесные спреды



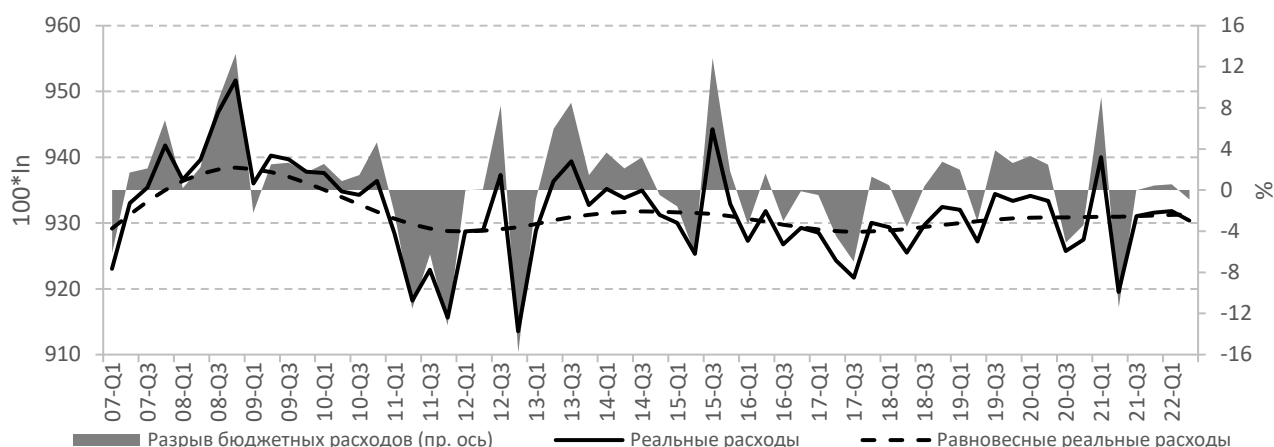
Источник: разработка автора на базе QPM.

6.4 Состояние бюджетной политики

Применение QPM позволило проследить изменения в состоянии бюджетной политики в Беларуси в XXI в. До валютного кризиса 2014–2015 гг. бюджетная политика носила в целом стимулирующий характер: за исключением периода гиперинфляции 2011 г. и нескольких кварталов на рубеже 2012–2013 гг. реальные непроцентные бюджетные расходы превышали свой равновесный объем (рисунок 26). В кризисный период 2015–2016 гг. была осуществлена бюджетная корректировка: бюджетные расходы были снижены в условиях падения доходной базы и нарастания угроз долговой устойчивости.³⁵ При этом, как пишет М. Сидоренко (2020), сокращение расходов в этот период носило неоптимальный характер и было сосредоточено на капитальных вложениях.

³⁵ Разовые всплески бюджетных расходов на протяжении 2015–2022 гг. связаны, как правило, с оказанием господдержки отдельным государственным предприятиям и организациям. В разное время господдержка была оказана в том числе Гомсельмашу, сельскохозяйственным организациям, Белорусскому металлургическому заводу, государственным банкам.

Рисунок 26: Динамика реальных непроцентных расходов бюджета расширенного правительства Беларуси в 2007–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных. Реальные бюджетные расходы рассчитаны путем корректировки номинальных расходов на дефлятор ВВП. В QPM включаются непроцентные бюджетные расходы.

Постепенная стабилизация макроэкономической ситуации в Беларуси позволила правительству восстановить объем бюджетных расходов ближе к нейтральному уровню к началу 2018 г. В дальнейшем, вплоть до периода социально-политической нестабильности III–IV кварталов 2020 г., расходы бюджета несколько превышали свой равновесный объем, сигнализируя о стимулирующей бюджетной политике. После III квартала 2020 г. бюджетная политика вновь стала рестрикционной в условиях значительных объемов погашения и обслуживания долговых обязательств и малого пространства для наращивания доходов бюджета из-за слабого потенциала экономического роста. В 2021 – первой половине 2022 гг. динамика бюджетных расходов в целом была близка к равновесной (рисунок 26).

В целом бюджетная политика в Беларуси на протяжении последних 15 лет, как правило, носила проциклический характер: повышенный относительно тренда объем реальных бюджетных расходов коррелировал с положительным разрывом выпуска, а пониженный объем расходов – с отрицательным разрывом выпуска (рисунок 27).

Рисунок 27: Разрывы выпуска, бюджетных расходов и реальной заработной платы в Беларуси в 2007–2022 гг.



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

7. Сценарный макроэкономический прогноз для Беларуси на базе QPM

Одним из назначений QPM является подготовка внутренне согласованного макроэкономического прогноза. В силу методологических особенностей QPM прогнозирование на основе модели осуществляется на среднесрочную перспективу (как правило, до трех лет). По истечении этого периода динамика экономической системы приближается к равновесной траектории.³⁶ Важно отметить, что в среде центральных банков ключевая задача применения QPM заключается не в производстве наиболее точного прогноза, а в поддержке принятия решений в области монетарной политики. Симуляции в рамках модели позволяют оценить траекторию процентной ставки денежного рынка, которая соответствует достижению таргета по инфляции в среднесрочной перспективе. Кроме того, благодаря наличию структурных взаимосвязей результаты прогнозирования сравнительно просты для понимания и разъяснения и могут способствовать совершенствованию коммуникаций центрального банка.

Процесс прогнозирования в рамках QPM (после оценивания начальных условий с помощью фильтра Калмана), как правило, включает пять этапов:

³⁶ Следует отметить, что скорость схождения экономической системы к равновесию зависит от калибровки и спецификации QPM. Вместе с тем, корректно специфицированная и откалиброванная QPM имеет уникальное устойчивое состояние.

1) разработка базового сценария прогноза внешнеэкономических условий. Спецификация внешнего сектора в QPM является сильно упрощенной. В связи с этим прогноз внешних условий разрабатывается вне модели на основе консенсус-прогноза, других источников и экспертных суждений и инкорпорируется в QPM;

2) краткосрочный прогноз основных макроэкономических показателей на текущий квартал и 1–2 квартала вперед на основе использования альтернативных методов. На краткосрочном горизонте эконометрические модели и экспертные оценки могут быть более точными в сравнении с QPM в силу большего объема доступной высокочастотной информации и высокой инерционности макропеременных;

3) инкорпорирование экспертных оценок в QPM. Исследователю, как правило, известно больше информации, чем заложено в модель. Например, размер и траектория инфляционного таргета, ожидаемые меры экономической политики (ценовое регулирование, директивное кредитование, фискальные меры и др.). Расчеты воздействия подобных мер на ключевые макропоказатели требуют применения альтернативных методов и включаются в QPM в виде шоков;

4) непосредственно среднесрочное прогнозирование в рамках базового сценария, которое инкорпорирует все предыдущие шаги;

5) разработка альтернативных сценариев прогноза в приведенной выше последовательности.

7.1 Базовый сценарий макроэкономического прогноза

В части внешних условий базовый сценарий макроэкономического прогноза для Беларуси основывается на прогнозе, представленном в докладе МВФ «Перспективы развития мировой экономики» (октябрь 2022 г.), а также экспертных оценках с учетом информации, доступной на середину ноября 2022 г. Предполагается умеренное ослабление деловой активности в странах – торговых партнерах Беларуси при сохранении повышенной, но постепенно замедляющейся инфляции (таблица 3). Базовый сценарий основан на предположении об отсутствии крайней степени эскалации военного противостояния в Украине и сохранении санкций в отношении Беларуси на всем прогнозном горизонте.

В прогноз заложены экспертные оценки роста реального ВВП, номинальной заработной платы, базовой и небазовой инфляции, процентных ставок кредитно-депозитного рынка и номинального

эффективного курса белорусского рубля на IV квартал 2022 г. Цель по инфляции на основе коммуникаций белорусских чиновников принята равной 8% на конец 2023 г. и 6% на конец 2024 г. Небазовая инфляция на 2023 г. заложена в размере 8%, как и инфляционный таргет. Предполагается, что шок ужесточения ценового регулирования в IV квартале 2022 г. будет растянутым во времени, однако в течение 2023 г. рост цен начнет постепенно компенсировать административное снижение октября 2022 г. В части монетарной политики закладывается возвращение Нацбанка к активному регулированию банковской ликвидности к концу 2023 г. Также предполагается, что поддержка курсу белорусского рубля со стороны продажи валюты нерезидентами сохранится на большей части 2023 г., но будет ослабевать. Существенного наращивания необеспеченной денежной эмиссии не закладывается. В части фискальной политики предполагается ее нейтральный характер на прогнозном горизонте.

Таблица 3: Сценарий внешних условий для макроэкономического прогноза по Беларуси на 2023–2024 гг.

Показатель	2023	2024
Реальный ВВП США, % YoY	1,0	1,2
Реальный ВВП ЕС, % YoY	0,7	2,1
Реальный ВВП России, % YoY	-2,3	1,5
Реальный ВВП Китая, % YoY	4,4	4,5
Инфляция (ИПЦ) в США, % YoY в среднем за год	3,8	2,2
Инфляция (ИПЦ) в еврозоне, % YoY в среднем за год	6,3	2,7
Инфляция (ИПЦ) в России, % YoY в среднем за год	5,0	4,8
Инфляция (ИПЦ) в Китае, % YoY в среднем за год	2,2	1,9
Ставка ФРС, % в среднем за год	4,3	3,4
Ставка ЕЦБ по депозитам овернайт, % в среднем за год	2,4	2,1
Ставка МІАСR 1d в России, % в среднем за год	7,6	6,7
Ставка SHIBOR 3m в Китае, % в среднем за год	1,8	2,6
Цена на нефть Brent, \$/bbl. в среднем за год	89	83

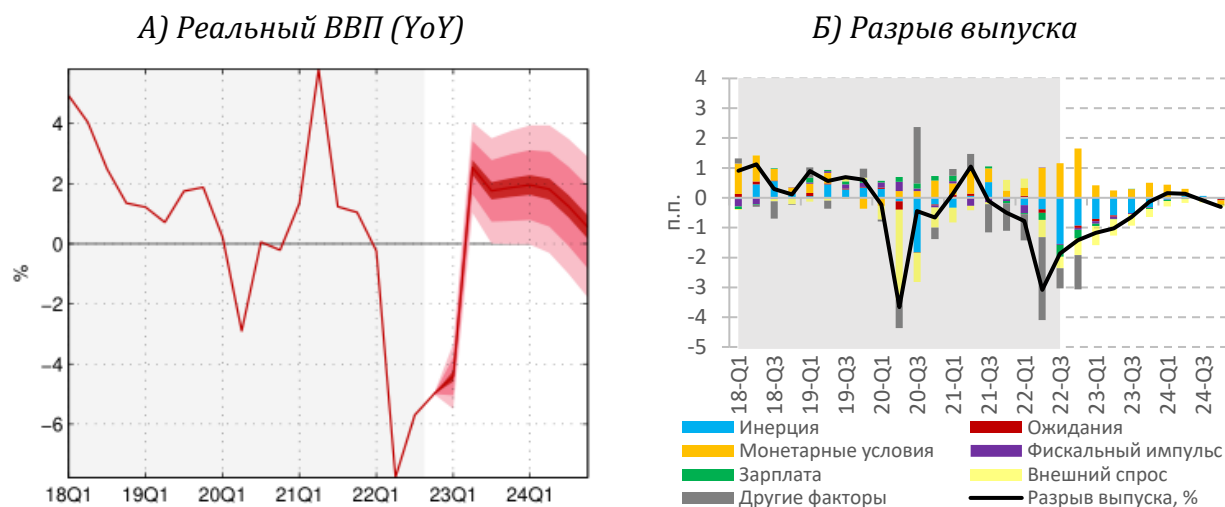
Источник: разработка автора.

Примечание: YoY – темп прироста квартал к соответствующему кварталу предыдущего года. QoQ – анализируемый темп прироста квартал к предыдущему кварталу.

Симуляции в рамках базового сценария на основе QPM показывают, что белорусская экономика по мере адаптации к санкциям может продемонстрировать слабый восстановительный рост ВВП примерно на

0,4% и 1,4% соответственно в 2023 и 2024 гг., который, тем не менее, не компенсирует падения 2022 г. (рисунок 28).

Рисунок 28: Прогноз ВВП Беларуси в 2022–2024 гг. по базовому сценарию

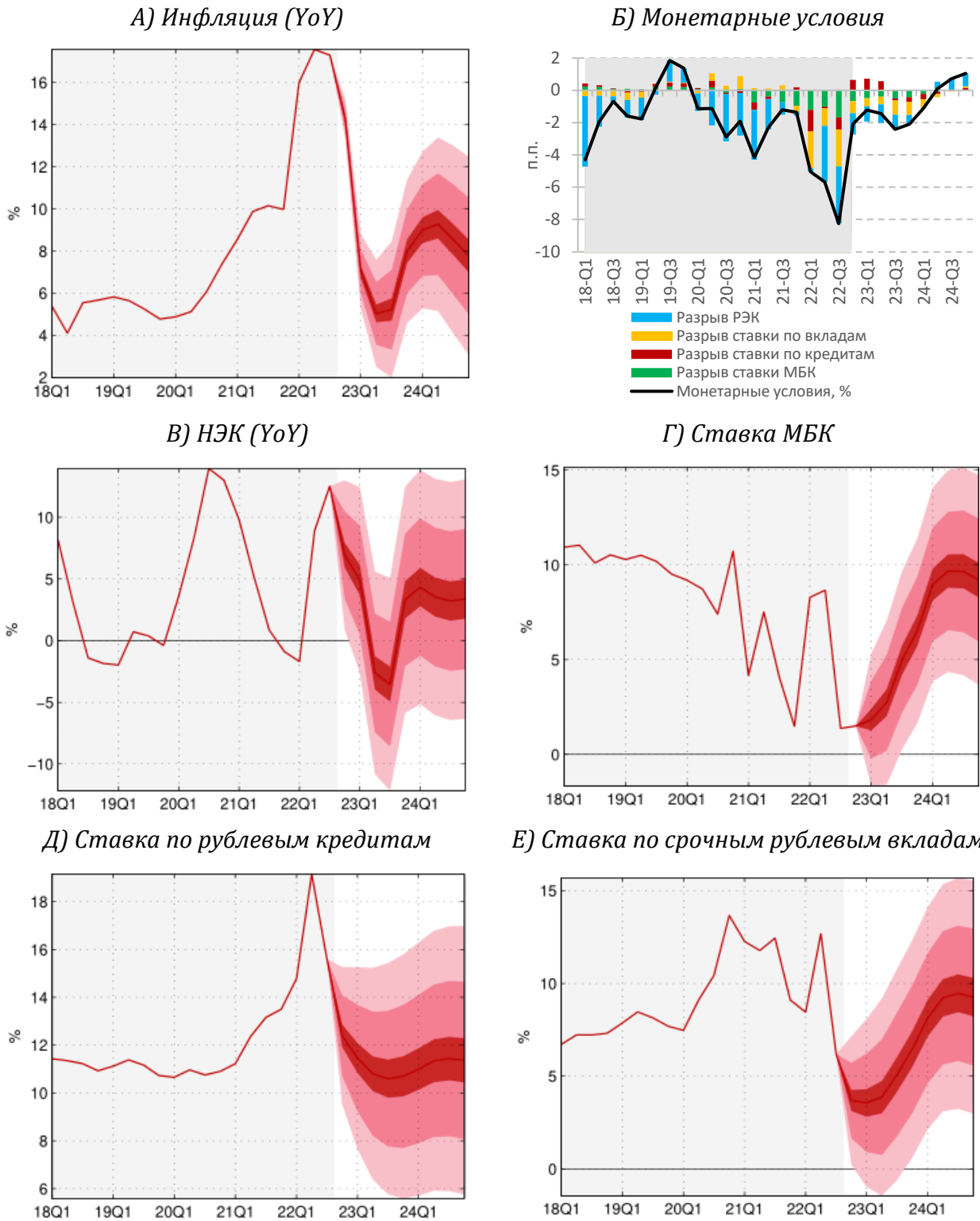


Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных данных. Диапазоны на рисунках соответствуют 15%, 50% и 75% доверительным интервалам.

Инфляция останется выше цели 6% из-за повышенных инфляционных ожиданий и прогнозируется около 8–10% в 2023–2024 гг., за исключением временного периода ее снижения ниже 6% весной-летом 2023 г. вследствие эффекта высокой базы 2022 г. (рисунок 29.А). Прогнозируется постепенный возврат РЭК к равновесному уровню в 2023–2024 гг. по мере сокращения внешнеторгового профицита, что соответствует ослаблению номинального эффективного курса рубля примерно на 3–5% ежегодно за 2023 и 2024 гг. (рисунок 29.В). Это будет способствовать уменьшению стимулирующего эффекта монетарных условий (рисунок 29.Б). Ставка МБК будет оставаться ниже нейтрального уровня в 2023 г. и приблизится к нему в 2024 г. при условии возврата Нацбанка к активному регулированию ликвидности банков, что соответствует динамике ставки МБК в диапазоне 8–10% в 2024 г. (рисунок 29.Г).

Рисунок 29: Прогноз инфляции и монетарных условий в Беларуси в 2022–2024 гг. по базовому сценарию



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных данных. Диапазоны на рисунках соответствуют 15%, 50% и 75% доверительным интервалам.

7.2 Альтернативный сценарий макроэкономического прогноза

Альтернативный сценарий предполагает сохранение пассивной монетарной политики и существенное наращивание необеспеченной денежной эмиссии в 2023 г. Мы закладываем дополнительную эмиссию через шок реальных бюджетных расходов и калибруем его таким образом, чтобы рост реальных расходов в 2023 г. примерно на 10,5–11 п.п. превышал их рост в базовом сценарии. Такая калибровка в целом близка к предположению о дополнительном наращивании «квазифискальных» эмиссионных операций на 4% ВВП в 2023 г., что близко к среднему темпу изменения задолженности по директивным кредитам в 2011–2014 гг.³⁷

Рисунок 30: Сравнение базового и альтернативного сценариев прогноза



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных данных. Диапазоны на рисунках соответствуют 15%, 50% и 75% доверительным интервалам.

³⁷ См.: Musil et al., 2018.

Дополнительная необеспеченная эмиссия может способствовать достижению среднегодового роста ВВП около 2,3% в 2023–2024 гг., однако инфляция приблизится к 10% по итогам 2023 г. и к 15% в 2024 г. В результате рост цен начнет угнетать экономическую активность и уже во второй половине 2024 г. белорусская экономика перейдет к рецессии (рисунок 30).

Мы предлагаем сценарный макроэкономический прогноз для Беларуси на 2023–2024 гг. в качестве демонстрации прогнозных возможностей разработанной QPM. Сценарии прогноза содержат небольшое число экспертных суждений, и их следует рассматривать преимущественно в качестве симуляционных экспериментов. Результаты симуляций в целом представляются реалистичными. Вместе с тем реализация сценариев на практике зависит от выполнения заложенных предпосылок.

8. Заключение

В настоящем исследовании представлена и апробирована QPM для Беларуси. Предложенная модель учитывает важнейшие характеристики белорусской экономики и денежно-кредитной сферы, в том числе последствия углубления изоляции финансового сектора белорусской экономики, проведение неполностью стерилизуемых валютных интервенций Национальным банком и неполный контроль с его стороны над процентными ставками межбанковского рынка.

В рамках QPM осуществлены симуляции реакции ключевых макроэкономических показателей на шоки, обоснованы отличия в поведении экономической системы под воздействием шоков при различном дизайне монетарной и курсовой политики, оценена точность прогноза на исторических данных, проведен анализ состояния экономики, монетарной, курсовой и бюджетной политики, а также представлен макроэкономический прогноз для Беларуси на среднесрочную перспективу. Полученные результаты в целом указывают на адекватность предложенной QPM и возможность ее применения для подготовки аналитики и прогноза по белорусской экономике.

Предложенная в рабочем материале QPM только аппроксимирует наше представление о реальности и не претендует на абсолютную истинность. Мы намеренно допускаем большое количество упрощений с целью построения модели, пригодной к повседневному использованию. Тем не менее полученные в рамках QPM результаты внутренне согласованы, не противоречат

экономической логике и адекватно описывают изменения, происходившие в белорусской экономике, а также ее состояние в 2022 г.

Структура и калибровка разработанной QPM не являются раз и навсегда заданными. В экономике постоянно происходят изменения, которые требуют регулярного учета при моделировании. Это обуславливает необходимость периодической проверки свойств модели, ее адекватности складывающимся условиям. В будущем с высокой вероятностью потребуются рекалибровка и, возможно, респецификация QPM, что является направлением предстоящих исследований.

Важно отметить, что сценарии изменения политических и экономических институтов в Беларуси, как в сторону их большей инклюзивности, так и экстрактивности, находятся за гранью настоящего исследования. Такие структурные изменения будут в том числе выражаться в изменении поведения экономических агентов, их взаимодействия, смене приоритетов экономической политики, корректировке долгосрочных устойчивых темпов роста базовых макроэкономических показателей. Все это потребует глубокой респецификации и рекалибровки QPM, которые будут зависеть от характера реформ, их масштаба и скорости. Анализ влияния возможных структурных изменений на структуру QPM является одним из направлений для будущих исследований.

Литература

Безбородова, А., Влчек, Я. 2018. Оценка нейтрального уровня ставки МБК с использованием информации о процентных ставках кредитования: полуструктурная модель. *Банкаўскі веснік. Тэматычны выпуск. «Исследования банка № 15».*

Демиденко, М. 2008. Модель среднесрочного прогнозирования и проектирования монетарной политики. *Банкаўскі веснік.* № 31 (432). С. 41–48.

Комков, В. 2020. Качество роста белорусской экономики. *Банкаўскі веснік.* № 3 (680). С. 22–25.

Крук, Д. 2020. Экономический рост в Беларуси: идентификация барьеров и выбор приоритетов. *Банкаўскі веснік.* № 3 (680). С. 15–21.

Мирончик, Н., Левихина, А. 2020. Как ускорить рост белорусской экономики? *Банкаўскі веснік. Тэматычны выпуск. «Исследования банка № 19».*

Мирончик, Н., Новопольцев, А., Кузнецов, А. 2018. Нейтральная процентная ставка для Республики Беларусь: модель Лаубаха — Уильямса. *Банкаўскі веснік.* № 7/660. С. 17–26.

Сидоренко, М. 2020. Фискальная политика для устойчивого экономического роста в среднесрочном периоде. *Банкаўскі веснік.* № 3 (680). С. 59–65.

Харитончик, А. 2019а. Новые оценки эффекта переноса валютного курса на инфляцию в Республике Беларусь. *Банкаўскі веснік.* № 3 (668). С. 26–32.

Харитончик, А. 2019б. Эффект переноса процентной ставки межбанковского рынка на процентные ставки по банковским кредитам в Республике Беларусь: макроэкономический подход. *Белорусский экономический журнал.* № 1. С. 43–62.

Харитончик, А. 2020. Эффективность каналов трансмиссионного механизма монетарной политики в Республике Беларусь. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика.* № 1. С. 29–40.

Харитончик, А., Дмитриев Д. 2018. Исследование трансмиссионного механизма монетарной политики в Республике Беларусь. *Банкаўскі веснік. Тэматычны выпуск. «Исследования банка № 13».*

Харитончик, А., Утешева В. 2019. Функционирует ли канал банковского кредитования в Республике Беларусь? *Банкаўскі веснік.* № 5 (670). С. 26–33.

- Abradu-Otoo, P., Acquaye, I., Addy, A., Akosah, N.K., Attuquaye, J., Harvey, S., Mkhattrishvili, S., Mumuni, Z., Nalban, V. 2022. Quarterly projection model for the Bank of Ghana. *IMF Working Paper*. No WP/33/169.
- Benes, J., Clinton, K., George, A., Gupta, P., Jhon, J., Kamenik, O., Laxton, D., Mitra, P., Nadhanael, G.V., Portillo, R., Wang, H., Zhang, F. 2017. Quarterly projection model for India: key elements and properties. *IMF Working Paper*. No WP/17/33.
- Berg, A., Karam, P., Laxton, D. 2006a. A practical model-based approach to monetary policy analysis — a how-to guide. *IMF Working Paper*. No WP/06/81.
- Berg, A., Karam, P., Laxton, D. 2006b. Practical model-based monetary policy analysis — overview. *IMF Working Paper*. No WP/06/80.
- Bokan, N., Ravnik, R. 2018. Quarterly projection model for Croatia. *Croatian National Bank Surveys*. No S-34.
- Demidenko, M., Hrebicek, H., Karachun, O., Korshunov, D., Lipin, A. 2016. Forecasting System for the Eurasian Economic Union. *Joint Report by the Eurasian Economic Commission and the Eurasian Development Bank*.
- Grui, A., Vdovychenko, A. 2019. Quarterly projection model for Ukraine. *NBU Working Papers*. No 03/2019.
- Hlédik, T., Musil, K., Ryšánek, J., Tonner, J. 2018. A macroeconomic forecasting model of the fixed exchange rate regime for the oil-rich Kazakh economy. *CNB Working Paper Series*. No 11/2018.
- Jordà, Ò., Singh, S.R., Taylor, A.M. 2020. Longer-run economic consequences of pandemics. *Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper*. No 2020-09.
- Kruk, D.E. 2018. Economic growth in Belarus: what lies beneath the stylized facts. *Journal of Belarusian State University. Economics*. No 1. PP. 132–144.
- Kruk, D.E. 2020. Exploring SVAR-based empirical measure of inflation expectations for Belarus: implications for monetary policy. *Journal of Belarusian State University. Economics*. No 1. PP. 4–16.
- Kuznetsov, A., Kharitonchik, A., Berdigulova, A., Fyodorov, K. 2019. Exchange rate pass-through effects on inflation in EDB member countries. *EDB Special Report*. No 06'2019.
- Kuznetsov, A., Kharitonchik, A., Berdigulova, A., Fyodorov, K. 2020. Estimation of non-observable economic variables in EDB member countries. *EDB Special Report*. No 08'2020.

Laubach, T., Williams, J.C. 2003. Measuring the natural rate of interest. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 85. No 4. PP. 1063–1070.

Mæhle, N., Hlédik, T., Selander, C., Pranovich, M. 2021. Taking stock of IMF capacity development on monetary policy forecasting and policy analysis systems. *IMF Departmental Paper*. No DP/2021/026.

Miksjuk, A., Pranovich, M., Ouliaris, S. 2015. The game of anchors: studying the causes of currency crises in Belarus. *IMF Working Paper*. No WP/15/281.

Musil, K., Pranovich, M., Vlcek, J. 2018. Structural quarterly projection model for Belarus. *IMF Working Paper*. No WP/18/254.

Vinokurov, E., Kuznetsov, A., Berdigulova, A., Fyodorov, K., Kharitonchik, A., Babajanyan, V. 2022. The Region's in the New Reality. *EDB Macroeconomic Outlook*.

World Bank. 2018. Belarus systematic country diagnostic: towards a competitive, inclusive and dynamic Belarus. *World Bank Systematic Country Diagnostics*.

Структура и калибровка QPM для Беларуси

Блок совокупного спроса и монетарные условия

$$y_t = \bar{y}_t + \hat{y}_t \quad (A.1)$$

$$\Delta^4 y_t = y_t - y_{t-4} \quad (A.2)$$

$$\Delta y_t = 4 * (y_t - y_{t-1}) \quad (A.3)$$

$$\bar{y}_t = \bar{y}_{t-1} + \Delta \bar{y}_t / 4 + \varepsilon_t^{\bar{y}} \quad (A.4)$$

$$\Delta \bar{y}_t = ab_1 \Delta \bar{y}_{t-1} + (1 - ab_1) * \Delta \bar{y}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \bar{y}} \quad (A.5)$$

$$\Delta^4 \bar{y}_t = \bar{y}_t - \bar{y}_{t-4} \quad (A.6)$$

$$\hat{y}_t = a_1 \hat{y}_{t-1} + a_2 E_t \hat{y}_{t+1} - a_3 mci_{t-1} + a_4 \hat{y}_t^* + a_5 r\widehat{wage}_{t-1} + a_6 fi_t + \varepsilon_t^{\hat{y}} \quad (A.7)$$

$$E_t \hat{y}_{t+1} = \hat{y}_{t+1} \quad (A.8)$$

$$mci_t = m_1 * (m_2 \hat{r}_t + m_3 \widehat{r}_l_t + (1 - m_2 - m_3) * \widehat{r}_d_t) - (1 - m_1) * \hat{z}_t \quad (A.9)$$

Фискальный сектор и заработная плата

$$rfx_t = \widehat{rfx}_t + \overline{rfx}_t \quad (A.10)$$

$$\widehat{rfx}_t = f_1 \widehat{rfx}_{t-1} + \varepsilon_t^{\widehat{rfx}} \quad (A.11)$$

$$\Delta \overline{rfx}_t = f_2 \Delta \overline{rfx}_{t-1} + (1 - f_2) * \Delta \overline{rfx}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \overline{rfx}} \quad (A.12)$$

$$\Delta \overline{rfx}_t = 4 * (\Delta \overline{rfx}_t - \Delta \overline{rfx}_{t-1}) \quad (A.13)$$

$$fi_t = (\widehat{rfx}_t + \widehat{rfx}_{t-1} + \widehat{rfx}_{t-2} + \widehat{rfx}_{t-3}) / 4 \quad (A.14)$$

$$\Delta wage_t = aa_1 E_t \Delta wage_{t+1} + (1 - aa_1) * \Delta wage_{t-1} + aa_2 \hat{y}_t - aa_3 \widehat{rwage}_{t-1} + \varepsilon_t^{\Delta wage} \quad (A.15)$$

$$\Delta wage_t = 4 * (wage_t - wage_{t-1}) \quad (A.16)$$

$$\Delta 4wage_t = wage_t - wage_{t-4} \quad (A.17)$$

$$E_t \Delta wage_{t+1} = \Delta wage_{t+1} \quad (A.18)$$

$$rwage_t = wage_t - cpi_t \quad (A.19)$$

$$\Delta 4rwage_t = rwage_t - rwage_{t-4} \quad (A.20)$$

$$\Delta rwage_t = 4 * (rwage_t - rwage_{t-1}) \quad (A.21)$$

$$rwage_t = \overline{rwage}_t + \widehat{rwage}_t \quad (A.22)$$

$$\Delta \overline{rwage}_t = aa_4 \Delta \overline{rwage}_{t-1} + (1 - aa_4) * (\Delta \bar{y}_t + wedge) + \varepsilon_t^{\Delta \overline{rwage}} \quad (A.23)$$

$$\Delta \overline{rwage}_t = 4 * (\overline{rwage}_t - \overline{rwage}_{t-1}) \quad (A.24)$$

Блок инфляции

$$\pi_t = 4 * (cpi_t - cpi_{t-1}) \quad (A.25)$$

$$\pi_t^4 = cpi_t - cpi_{t-4} \quad (A.26)$$

$$\pi_t = weight * \pi_{core_t} + (1 - weight) * \pi_{noncore_t} + \varepsilon_t^\pi \quad (A.27)$$

$$rp_t = cpi_{core_t} - cpi_t \quad (A.28)$$

$$rp_t = \widehat{rp}_t + \overline{rp}_t \quad (A.29)$$

$$\Delta \overline{rp}_t = rr_1 \Delta \overline{rp}_{t-1} + (1 - rr_1) * \Delta \overline{rp}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \overline{rp}} \quad (A.30)$$

$$\Delta \overline{rp}_t = 4 * (\overline{rp}_t - \overline{rp}_{t-1}) \quad (A.31)$$

$$\pi_{core_t} = 4 * (cpi_{core_t} - cpi_{core_{t-1}}) \quad (A.32)$$

$$\pi_{core_t} = b_1 E_t \pi_{core_{t+1}} + (1 - b_1 - b_2) * \pi_{core_{t-1}} + b_2 \pi_{imp_t} + b_3 rmc_t + \varepsilon_t^{\pi_{core}} \quad (A.33)$$

$$rmc_t = k_1 \hat{y}_t + k_2 \widehat{r\overline{wage}}_t + (1 - k_1 - k_2) * (\hat{z}_t - \widehat{r\overline{p}}_t) \quad (A.34)$$

$$\pi_{imp_t} = \pi_t^* + \Delta s_t - (\Delta \bar{z}_t - \Delta \widehat{r\overline{p}}_t) \quad (A.35)$$

$$\pi_{core_t}^4 = cpi_{core_t} - cpi_{core_{t-4}} \quad (A.36)$$

$$\begin{aligned} \pi_{noncore_t} = & bb_1 E_t \pi_{noncore_{t+1}} + (1 - bb_1) * \pi_{noncore_{t-1}} + bb_2 \widehat{r\overline{p_oil}}_t + \\ & + bb_3 * (\hat{z}_t + \frac{weight}{1-weight} * \widehat{r\overline{p}}_t) + \varepsilon_t^{\pi_{noncore}} \end{aligned} \quad (A.37)$$

$$\pi_{noncore_t} = 4 * (cpi_{noncore_t} - cpi_{noncore_{t-1}}) \quad (A.38)$$

$$\pi_{noncore_t}^4 = cpi_{noncore_t} - cpi_{noncore_{t-4}} \quad (A.39)$$

$$E_t \pi_{t+3}^4 = \pi_{t+3}^4 \quad (A.40)$$

$$E_t \pi_{t+1}^4 = \pi_{t+1}^4 \quad (A.41)$$

$$E_t \pi_{core_{t+1}} = \pi_{core_{t+1}} \quad (A.42)$$

$$E_t \pi_{noncore_{t+1}} = \pi_t - \frac{1}{1-weight} * (weight * \Delta \widehat{r\overline{p}}_t + \varepsilon_t^{\pi}) \quad (A.43)$$

$$\pi_t^T = tar_1 \pi_{t-1}^T + (1 - tar_1) * \pi_{ss}^T + \varepsilon_t^{\pi^T} \quad (A.44)$$

Валютный курс

$$s_t = (1 - h_1) * s_t^{uip} + h_1 s_t^{bop} + \varepsilon_t^s \quad (A.45)$$

$$s_t^{bop} = s_{t-1} + \frac{\Delta \bar{s}_t}{4} - \widehat{bop}_t \quad (A.46)$$

$$\Delta \bar{s}_t = \Delta \bar{z}_t + \pi_t^T - \pi_{ss}^* \quad (A.47)$$

$$s_t^{uip} = E_t s_{t+1} + \frac{i_t^* - i_t + prem_t}{4} \quad (A.48)$$

$$E_t s_{t+1} = h_2 s_{t+1} + (1 - h_2) * s_{t+1}^{nf} \quad (\text{A.49})$$

$$s_{t+1}^{nf} = s_{t-1} + \frac{2\Delta\bar{s}_t}{4} \quad (\text{A.50})$$

$$\Delta s_t = 4 * (s_t - s_{t-1}) \quad (\text{A.51})$$

$$\Delta 4s_t = s_t - s_{t-4} \quad (\text{A.52})$$

$$E_t \Delta s_{t+1} = \Delta s_{t+1} \quad (\text{A.53})$$

$$\Delta z_t = \Delta s_t + \pi_t^* - \pi_t \quad (\text{A.54})$$

$$\Delta z_t = 4 * (z_t - z_{t-1}) \quad (\text{A.55})$$

$$\Delta 4z_t = z_t - z_{t-4} \quad (\text{A.56})$$

$$z_t = \bar{z}_t + \hat{z}_t \quad (\text{A.57})$$

$$\Delta \bar{z}_t = z_1 \Delta \bar{z}_{t-1} + (1 - z_1) * \Delta \bar{z}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \bar{z}} \quad (\text{A.58})$$

$$\Delta \bar{z}_t = 4 * (\bar{z}_t - \bar{z}_{t-1}) \quad (\text{A.59})$$

$$\Delta 4\bar{z}_t = \bar{z}_t - \bar{z}_{t-4} \quad (\text{A.60})$$

$$prem_t = \overline{prem}_t + \widehat{prem}_t \quad (\text{A.61})$$

$$\overline{prem}_t = pr_1 \overline{prem}_{t-1} + (1 - pr_1) * \overline{prem}_{ss} + \varepsilon_t^{\overline{prem}} \quad (\text{A.62})$$

$$\widehat{prem}_t = pr_2 \widehat{prem}_{t-1} + \varepsilon_t^{\widehat{prem}} \quad (\text{A.63})$$

Внешняя торговля

$$x_t = \bar{x}_t + \hat{x}_t \quad (\text{A.64})$$

$$\Delta \bar{x}_t = u_1 \Delta \bar{x}_{t-1} + (1 - u_1) * \Delta \bar{x}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \bar{x}} \quad (\text{A.65})$$

$$\bar{x}_t = \bar{x}_{t-1} + \Delta \bar{x}_t / 4 + \varepsilon_t^{\bar{x}} \quad (\text{A.66})$$

$$\hat{x}_t = c_1 \hat{x}_{t-1} + c_2 \hat{y}_t^* + c_3 \hat{z}_t + \varepsilon_t^{\hat{x}} \quad (\text{A.67})$$

$$\Delta 4 \bar{x}_t = \bar{x}_t - \bar{x}_{t-4} \quad (\text{A.68})$$

$$\Delta 4 x_t = x_t - x_{t-4} \quad (\text{A.69})$$

$$\Delta x_t = 4 * (x_t - x_{t-1}) \quad (\text{A.70})$$

$$m_t = \bar{m}_t + \hat{m}_t \quad (\text{A.71})$$

$$\Delta \bar{m}_t = uu_1 \Delta \bar{m}_{t-1} + (1 - uu_1) * \Delta \bar{m}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \bar{m}} \quad (\text{A.72})$$

$$\bar{m}_t = \bar{m}_{t-1} + \Delta \bar{m}_t / 4 + \varepsilon_t^{\bar{m}} \quad (\text{A.73})$$

$$\hat{m}_t = d_1 \hat{m}_{t-1} + d_2 \hat{y}_t - d_3 \hat{z}_t + \varepsilon_t^{\hat{m}} \quad (\text{A.74})$$

$$\Delta 4 \bar{m}_t = \bar{m}_t - \bar{m}_{t-4} \quad (\text{A.75})$$

$$\Delta 4 m_t = m_t - m_{t-4} \quad (\text{A.76})$$

$$\Delta m_t = 4 * (m_t - m_{t-1}) \quad (\text{A.77})$$

$$tot_t = \widehat{tot}_t + \overline{tot}_t \quad (\text{A.78})$$

$$\widehat{tot}_t = r_1 \widehat{tot}_{t-1} + \varepsilon_t^{\widehat{tot}} \quad (\text{A.79})$$

$$\overline{tot}_t = r_2 \overline{tot}_{t-1} + (1 - r_2) * \overline{tot}_{ss} + \varepsilon_t^{\overline{tot}} \quad (\text{A.80})$$

$$\Delta \overline{tot}_t = 4 * (\overline{tot}_t - \overline{tot}_{t-1}) \quad (\text{A.81})$$

$$\widehat{bop}_t = \widehat{tot}_t + \hat{x}_t - \hat{m}_t \quad (\text{A.82})$$

Функция реакция монетарной политики

$$i_t = mpr * i_t^{IT} + (1 - mpr) * i_t^{UIP} + \varepsilon_t^i \quad (\text{A.83})$$

$$i_t^{UIP} = x_1 i_{t-1} + (1 - u_1) * (i_t^* + prem_t + x_2 E_t \Delta s_{t+1} + (1 - x_2) * \Delta s_t) \quad (\text{A.84})$$

$$i_t^{IT} = mm_1 i_{t-1} + (1 - mm_1) * (i_t^n + mm_2 * (E_t \pi_{t+3}^A - \pi_{t+3}^T) + mm_3 \hat{y}_t) \quad (A.85)$$

$$i_t^n = \bar{r}_t + E_t \pi_{t+1}^A \quad (A.86)$$

$$r_t = i_t - E_t \pi_{t+1}^A \quad (A.87)$$

$$r_t = \bar{r}_t + \hat{r}_t \quad (A.88)$$

$$\bar{r}_t = w_1 \bar{r}_{t-1} + (1 - w_1) * (\Delta \bar{y}_t + \Delta \bar{z}_t) + \varepsilon_t^{\bar{r}} \quad (A.89)$$

Процентные ставки кредитно-депозитного рынка

$$\Delta i_{l_t} = s_1 \Delta i_t + s_2 \Delta i_{t-1} + s_3 (i_{l_{t-1}} - s_4 i_{t-1} - s_5) + \varepsilon_t^{\Delta i_{l_t}} \quad (A.90)$$

$$\Delta i_{l_t} = i_{l_t} - i_{l_{t-1}} \quad (A.91)$$

$$r_{l_t} = i_{l_t} - E_t \pi_{t+1}^A \quad (A.92)$$

$$r_{l_t} = \bar{r}_{l_t} + \widehat{r}_{l_t} \quad (A.93)$$

$$\bar{r}_{l_t} = \bar{r}_t + \overline{spread}_t^l \quad (A.94)$$

$$spread_t^l = \overline{spread}_t^l + \widehat{spread}_t^l \quad (A.95)$$

$$spread_t^l = i_{l_t} - i_t \quad (A.96)$$

$$\overline{spread}_t^l = w_2 \overline{spread}_{t-1}^l + (1 - w_2) * \overline{spread}_{ss}^l + \varepsilon_t^{\overline{spread}^l} \quad (A.97)$$

$$\Delta i_{d_t} = q_1 \Delta i_t + q_2 \Delta i_{t-1} + q_3 (i_{d_{t-1}} - q_4 i_{t-1} - q_5) + \varepsilon_t^{\Delta i_{d_t}} \quad (A.98)$$

$$\Delta i_{d_t} = i_{d_t} - i_{d_{t-1}} \quad (A.99)$$

$$r_{d_t} = i_{d_t} - E_t \pi_{t+1}^A \quad (A.100)$$

$$r_{d_t} = \bar{r}_{d_t} + \widehat{r}_{d_t} \quad (A.101)$$

$$\bar{r}_{d_t} = \bar{r}_t + \overline{spread}_t^d \quad (A.102)$$

$$spread_t^d = \overline{spread}_t^d + \widehat{spread}_t^d \quad (A.103)$$

$$spread_t^d = i_{-d_t} - i_t \quad (A.104)$$

$$\overline{spread}_t^d = w_3 \overline{spread}_{t-1}^d + (1 - w_3) * \overline{spread}_{ss}^d + \varepsilon_t^{\overline{spread}^d} \quad (A.105)$$

Внешний сектор

$$\hat{y}_t^* = w^{ru} \hat{y}_t^{ru} + w^{eu} \hat{y}_t^{eu} + w^{cn} \hat{y}_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * \hat{y}_t^{us} \quad (A.106)$$

$$\hat{y}_t^{ru} = a^{y-ru} \hat{y}_{t-1}^{ru} + \varepsilon_t^{\hat{y}^{ru}} \quad (A.107)$$

$$\hat{y}_t^{eu} = a^{y-eu} \hat{y}_{t-1}^{eu} + \varepsilon_t^{\hat{y}^{eu}} \quad (A.108)$$

$$\hat{y}_t^{cn} = a^{y-cn} \hat{y}_{t-1}^{cn} + \varepsilon_t^{\hat{y}^{cn}} \quad (A.109)$$

$$\hat{y}_t^{us} = a^{y-us} \hat{y}_{t-1}^{us} + \varepsilon_t^{\hat{y}^{us}} \quad (A.110)$$

$$\pi_t^* = w^{ru} \pi_t^{ru} + w^{eu} \pi_t^{eu} + w^{cn} \pi_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * \pi_t^{us} \quad (A.111)$$

$$\pi 4_t^* = \frac{\pi_t^* + \pi_{t-1}^* + \pi_{t-2}^* + \pi_{t-3}^*}{4} \quad (A.112)$$

$$\pi_t^{ru} = b^{\pi-ru} \pi_{t-1}^{ru} + (1 - b^{\pi-ru}) * \pi_{ss}^{ru} + \varepsilon_t^{\pi^{ru}} \quad (A.113)$$

$$\pi 4_t^{ru} = cpi_t^{ru} - cpi_{t-4}^{ru} \quad (A.114)$$

$$\pi_t^{ru} = 4 * (cpi_t^{ru} - cpi_{t-1}^{ru}) \quad (A.115)$$

$$\pi_t^{eu} = b^{\pi-eu} \pi_{t-1}^{eu} + (1 - b^{\pi-eu}) * \pi_{ss}^{eu} + \varepsilon_t^{\pi^{eu}} \quad (A.116)$$

$$\pi 4_t^{eu} = cpi_t^{eu} - cpi_{t-4}^{eu} \quad (A.117)$$

$$\pi_t^{eu} = 4 * (cpi_t^{eu} - cpi_{t-1}^{eu}) \quad (A.118)$$

$$\pi_t^{cn} = b^{\pi-cn} \pi_{t-1}^{cn} + (1 - b^{\pi-cn}) * \pi_{ss}^{cn} + \varepsilon_t^{\pi^{cn}} \quad (A.119)$$

$$\pi 4_t^{cn} = cpi_t^{cn} - cpi_{t-4}^{cn} \quad (\text{A.120})$$

$$\pi_t^{cn} = 4 * (cpi_t^{cn} - cpi_{t-1}^{cn}) \quad (\text{A.121})$$

$$\pi_t^{us} = b^{\pi-us} \pi_{t-1}^{us} + (1 - b^{\pi-us}) * \pi_{ss}^{us} + \varepsilon_t^{\pi^{us}} \quad (\text{A.122})$$

$$\pi 4_t^{us} = cpi_t^{us} - cpi_{t-4}^{us} \quad (\text{A.123})$$

$$\pi_t^{us} = 4 * (cpi_t^{us} - cpi_{t-1}^{us}) \quad (\text{A.124})$$

$$i_t^* = w^{ru} i_t^{ru} + w^{eu} i_t^{eu} + w^{cn} i_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * i_t^{us} \quad (\text{A.125})$$

$$\bar{r}_t^* = w^{ru} \bar{r}_t^{ru} + w^{eu} \bar{r}_t^{eu} + w^{cn} \bar{r}_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * \bar{r}_t^{us} \quad (\text{A.126})$$

$$r_t^* = w^{ru} r_t^{ru} + w^{eu} r_t^{eu} + w^{cn} r_t^{cn} + (1 - w^{ru} - w^{eu} - w^{cn}) * r_t^{us} \quad (\text{A.127})$$

$$\hat{r}_t^* = r_t^* - \bar{r}_t^* \quad (\text{A.128})$$

$$i_t^{ru} = c^{i-ru} i_{t-1}^{ru} + (1 - c^{i-ru}) * (\bar{r}_{ss}^{ru} + \pi_{ss}^{ru}) + \varepsilon_t^{i^{ru}} \quad (\text{A.129})$$

$$\bar{r}_t^{ru} = c^{r-ru} \bar{r}_{t-1}^{ru} + (1 - c^{r-ru}) * \bar{r}_{ss}^{ru} + \varepsilon_t^{\bar{r}^{ru}} \quad (\text{A.130})$$

$$r_t^{ru} = i_t^{ru} - \pi 4_{t+1}^{ru} \quad (\text{A.131})$$

$$\hat{r}_t^{ru} = r_t^{ru} - \bar{r}_t^{ru} \quad (\text{A.132})$$

$$i_t^{eu} = c^{i-eu} i_{t-1}^{eu} + (1 - c^{i-eu}) * (\bar{r}_{ss}^{eu} + \pi_{ss}^{eu}) + \varepsilon_t^{i^{eu}} \quad (\text{A.133})$$

$$\bar{r}_t^{eu} = c^{r-eu} \bar{r}_{t-1}^{eu} + (1 - c^{r-eu}) * \bar{r}_{ss}^{eu} + \varepsilon_t^{\bar{r}^{eu}} \quad (\text{A.134})$$

$$r_t^{eu} = i_t^{eu} - \pi 4_{t+1}^{eu} \quad (\text{A.135})$$

$$\hat{r}_t^{eu} = r_t^{eu} - \bar{r}_t^{eu} \quad (\text{A.136})$$

$$i_t^{cn} = c^{i-cn} i_{t-1}^{cn} + (1 - c^{i-cn}) * (\bar{r}_{ss}^{cn} + \pi_{ss}^{cn}) + \varepsilon_t^{i^{cn}} \quad (\text{A.137})$$

$$\bar{r}_t^{cn} = c^{r-cn} \bar{r}_{t-1}^{cn} + (1 - c^{r-cn}) * \bar{r}_{ss}^{cn} + \varepsilon_t^{\bar{r}^{cn}} \quad (\text{A.138})$$

$$r_t^{cn} = i_t^{cn} - \pi 4_{t+1}^{cn} \quad (\text{A.139})$$

$$\hat{r}_t^{cn} = r_t^{cn} - \bar{r}_t^{cn} \quad (\text{A.140})$$

$$i_t^{us} = c^{i-us} i_{t-1}^{us} + (1 - c^{i-us}) * (\bar{r}_{ss}^{us} + \pi_{ss}^{us}) + \varepsilon_t^{i^{us}} \quad (\text{A.141})$$

$$\bar{r}_t^{us} = c^{r-us} \bar{r}_{t-1}^{us} + (1 - c^{r-us}) * \bar{r}_{ss}^{us} + \varepsilon_t^{\bar{r}^{us}} \quad (\text{A.142})$$

$$r_t^{us} = i_t^{us} - \pi 4_{t+1}^{us} \quad (\text{A.143})$$

$$\hat{r}_t^{us} = r_t^{us} - \bar{r}_t^{us} \quad (\text{A.144})$$

$$rp_oil_t = p_oil_t - cpi_t^{us} \quad (\text{A.145})$$

$$rp_oil_t = \overline{rp_oil}_t + \widehat{rp_oil}_t \quad (\text{A.146})$$

$$\Delta rp_oil_t = 4 * (rp_oil_t - rp_oil_{t-1}) \quad (\text{A.147})$$

$$\Delta 4rp_oil_t = rp_oil_t - rp_oil_{t-4} \quad (\text{A.148})$$

$$\Delta \overline{rp_oil}_t = 4 * (\overline{rp_oil}_t - \overline{rp_oil}_{t-1}) \quad (\text{A.149})$$

$$\Delta \overline{rp_oil}_t = o_1 \Delta \overline{rp_oil}_{t-1} + (1 - o_1) * \Delta \overline{rp_oil}_{ss} + \varepsilon_t^{\Delta \overline{rp_oil}} \quad (\text{A.150})$$

$$\widehat{rp_oil}_t = o_2 \widehat{rp_oil}_{t-1} + \varepsilon_t^{\widehat{rp_oil}} \quad (\text{A.151})$$

Таблица А.1: Переменные QPM

Обозначение	Переменная
y_t	Реальный ВВП
\bar{y}_t	Равновесный (потенциальный) реальный ВВП
\hat{y}_t	Разрыв выпуска (отклонение реального ВВП от равновесного уровня)
Δy_t	Аннуализированный прирост реального ВВП
$\Delta 4y_t$	Прирост реального ВВП период к соответствующему периоду предыдущего года

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
$\Delta\bar{y}_t$	Аннуализированный прирост равновесного реального ВВП
$\Delta 4\bar{y}_t$	Прирост равновесного реального ВВП период к соответствующему периоду предыдущего года
$E_t\hat{y}_{t+1}$	Разрыв выпуска, ожидаемый в периоде t+1
mci_t	Индекс монетарных условий
rfx_t	Реальные непроцентные расходы бюджета сектора государственного управления
\overline{rfx}_t	Равновесные реальные непроцентные расходы бюджета
$r\widehat{fx}_t$	Разрыв бюджетных расходов (отклонение реальных непроцентных расходов бюджета от равновесного уровня)
$\Delta\overline{rfx}_t$	Аннуализированный прирост равновесных реальных непроцентных расходов бюджета
fi_t	Фискальный импульс
$\Delta wage_t$	Аннуализированный прирост номинальной зарплаты
$wage_t$	Номинальная зарплата
$\Delta 4wage_t$	Прирост номинальной зарплаты период к соответствующему периоду предыдущего года
$E_t\Delta wage_{t+1}$	Прирост номинальной зарплаты, ожидаемый в периоде t+1
$rwage_t$	Реальная зарплата
$\Delta 4rwage_t$	Прирост реальной зарплаты период к соответствующему периоду предыдущего года
$\Delta rwage_t$	Аннуализированный прирост реальной зарплаты
\overline{rwage}_t	Равновесная реальная зарплата
$r\widehat{wage}_t$	Разрыв зарплаты (отклонение реальной зарплаты от равновесного уровня)
$\Delta\overline{rwage}_t$	Аннуализированный прирост равновесной реальной зарплаты
π_t	Инфляция (аннуализированный прирост индекса потребительских цен)
spi_t	Сводный индекс потребительских цен
π_t^4	Прирост индекса потребительских цен период к соответствующему периоду предыдущего года

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
rp_t	Относительная цена (отношение базового индекса потребительских цен к сводному)
\widehat{rp}_t	Разрыв относительной цены
\bar{rp}_t	Равновесная относительная цена
$\Delta\bar{rp}_t$	Аннуализированный прирост равновесной относительной цены
spi_{core_t}	Базовый индекс потребительских цен
π_{core_t}	Базовая инфляция (аннуализированный прирост базового индекса потребительских цен)
$\pi_{core_t}^4$	Прирост базового индекса потребительских цен период к соответствующему периоду предыдущего года
rmc_t	Реальные предельные издержки
π_{imp_t}	Импортируемая инфляция
$\pi_{noncore_t}$	Небазовая инфляция (аннуализированный прирост небазового индекса потребительских цен)
$spi_{noncore_t}$	Небазовый индекс потребительских цен
$\pi_{noncore_t}^4$	Прирост небазового индекса потребительских цен период к соответствующему периоду предыдущего года
$E_t\pi_{t+1}^4$	Прирост индекса потребительских цен период к соответствующему периоду предыдущего года, ожидаемый в периоде t+1
$E_t\pi_{t+3}^4$	Прирост индекса потребительских цен период к соответствующему периоду предыдущего года, ожидаемый в периоде t+3
$E_t\pi_{core_{t+1}}$	Базовая инфляция, ожидаемая в периоде t+1
$E_t\pi_{noncore_{t+1}}$	Небазовая инфляция, ожидаемая в периоде t+1
π_t^T	Цель по инфляции (таргет)
s_t	Номинальный эффективный курс белорусского рубля (НЭК)
s_t^{bop}	НЭК, определяемый состоянием внешней торговли
s_t^{uip}	НЭК, определяемый непокрытым паритетом процентных ставок
$\Delta\bar{s}_t$	Аннуализированный прирост трендового НЭК
$E_t s_{t+1}$	НЭК, ожидаемый в периоде t+1

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
s_{t+1}^{nf}	«Наивный» прогноз НЭК на период t+1
Δs_t	Аннуализированный прирост НЭК
$\Delta 4s_t$	Прирост НЭК период к соответствующему периоду предыдущего года
$E_t \Delta s_{t+1}$	Аннуализированный прирост НЭК, ожидаемый в периоде t+1
z_t	Реальный эффективный курс белорусского рубля (РЭК)
Δz_t	Аннуализированный прирост РЭК
$\Delta 4z_t$	Прирост РЭК период к соответствующему периоду предыдущего года
\bar{z}_t	Равновесный РЭК
\hat{z}_t	Разрыв РЭК (отклонение РЭК от равновесного уровня)
$\Delta \bar{z}_t$	Аннуализированный прирост равновесного РЭК
$\Delta 4\bar{z}_t$	Прирост равновесного РЭК период к соответствующему периоду предыдущего года
$prem_t$	Премия за риск вложений в активы, номинированные в белорусских рублях
\overline{prem}_t	Равновесная премия за риск вложений в активы, номинированные в белорусских рублях
\widehat{prem}_t	Разрыв премии за риск вложений в активы, номинированные в белорусских рублях
x_t	Физический объем экспорта товаров и услуг
\bar{x}_t	Равновесный физический объем экспорта
\hat{x}_t	Разрыв экспорта (отклонение физического объема экспорта от равновесного уровня)
$\Delta \bar{x}_t$	Аннуализированный прирост равновесного физического объема экспорта
$\Delta 4\bar{x}_t$	Прирост равновесного физического объема экспорта период к соответствующему периоду предыдущего года
$\Delta 4x_t$	Прирост физического объема экспорта период к соответствующему периоду предыдущего года
Δx_t	Аннуализированный прирост физического объема экспорта
m_t	Физический объем импорта товаров и услуг

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
\bar{m}_t	Равновесный физический объем импорта
\hat{m}_t	Разрыв импорта (отклонение физического объема импорта от равновесного уровня)
$\Delta\bar{m}_t$	Аннуализированный прирост равновесного физического объема импорта
$\Delta 4\bar{m}_t$	Прирост равновесного физического объема импорта период к соответствующему периоду предыдущего года
$\Delta 4m_t$	Прирост физического объема импорта период к соответствующему периоду предыдущего года
Δm_t	Аннуализированный прирост физического объема импорта
tot_t	Условия торговли (отношение цен экспорта к ценам импорта)
\bar{tot}_t	Равновесные условия торговли
\widehat{tot}_t	Разрыв условий торговли
$\Delta\bar{tot}_t$	Аннуализированный прирост равновесных условий торговли
\widehat{bor}_t	Аппроксимация разрыва сальдо внешней торговли (отклонение стоимостного объема сальдо внешней торговли от равновесного уровня)
i_t	Номинальная процентная ставка МБК
i_t^{UIP}	Номинальная процентная ставка МБК при проведении пассивной монетарной политики с нестерилизованными интервенциями на валютном рынке
i_t^{IT}	Номинальная процентная ставка МБК, соответствующая реализации монетарной политики в режиме таргетирования инфляции
i_t^n	Нейтральная номинальная процентная ставка МБК
r_t	Реальная процентная ставка МБК
\bar{r}_t	Равновесная реальная процентная ставка МБК
\hat{r}_t	Разрыв ставки МБК (отклонение реальной процентной ставки МБК от равновесного уровня)
i_{l_t}	Номинальная процентная ставка по новым рыночным рублевым кредитам населению и организациям
Δi_{l_t}	Изменение номинальной процентной ставки по новым рыночным рублевым кредитам населению и организациям

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
r_{l_t}	Реальная процентная ставка по новым рыночным рублевым кредитам населению и организациям
$\overline{r_{l_t}}$	Равновесная реальная процентная ставка по новым рыночным рублевым кредитам населению и организациям
$\widehat{r_{l_t}}$	Разрыв ставки по кредитам
$spread_t^l$	Спрэд номинальной ставки по кредитам к номинальной ставке МБК (кредитный спрэд)
$\overline{spread_t^l}$	Равновесный кредитный спрэд
$\widehat{spread_t^l}$	Разрыв кредитного спреда
i_{d_t}	Номинальная процентная ставка по новым срочным рублевым депозитам населения и организаций
Δi_{d_t}	Изменение номинальной процентной ставки по новым срочным рублевым депозитам населения и организаций
r_{d_t}	Реальная процентная ставка по новым срочным рублевым депозитам населения и организаций
$\overline{r_{d_t}}$	Равновесная реальная процентная ставка по новым срочным рублевым депозитам населения и организаций
$\widehat{r_{d_t}}$	Разрыв ставки по депозитам
$spread_t^d$	Спрэд номинальной ставки по депозитам к номинальной ставке МБК (депозитный спрэд)
$\overline{spread_t^d}$	Равновесный депозитный спрэд
$\widehat{spread_t^d}$	Разрыв депозитного спреда
\hat{y}_t^*	Агрегированный разрыв выпуска в странах – торговых партнерах Беларуси
\hat{y}_t^{ru}	Разрыв выпуска в России
\hat{y}_t^{eu}	Разрыв выпуска в ЕС
\hat{y}_t^{cn}	Разрыв выпуска в Китае
\hat{y}_t^{us}	Разрыв выпуска в США
π_t^*	Агрегированный аннуализированный прирост индекса потребительских цен (инфляция) в странах – торговых партнерах Беларуси

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
$\pi 4_t^*$	Прирост индекса потребительских цен в странах – торговых партнерах Беларуси период к соответствующему периоду предыдущего года
π_t^{ru}	Аннуализированный прирост индекса потребительских цен в России
$\pi 4_t^{ru}$	Прирост индекса потребительских цен в России период к соответствующему периоду предыдущего года
cri_t^{ru}	Индекс потребительских цен в России
π_t^{eu}	Аннуализированный прирост индекса потребительских цен в еврозоне
$\pi 4_t^{eu}$	Прирост индекса потребительских цен в еврозоне период к соответствующему периоду предыдущего года
cri_t^{eu}	Индекс потребительских цен в еврозоне
π_t^{cn}	Аннуализированный прирост индекса потребительских цен в Китае
$\pi 4_t^{cn}$	Прирост индекса потребительских цен в Китае период к соответствующему периоду предыдущего года
cri_t^{cn}	Индекс потребительских цен в Китае
π_t^{us}	Аннуализированный прирост индекса потребительских цен в США
$\pi 4_t^{us}$	Прирост индекса потребительских цен в США период к соответствующему периоду предыдущего года
cri_t^{us}	Индекс потребительских цен в США
i_t^*	Агрегированная номинальная процентная ставка МБК в странах – торговых партнерах Беларуси
\bar{r}_t^*	Агрегированная равновесная реальная процентная ставка МБК в странах – торговых партнерах Беларуси
r_t^*	Агрегированная реальная процентная ставка МБК в странах – торговых партнерах Беларуси
\hat{r}_t^*	Разрыв агрегированной реальной процентной ставки МБК в странах – торговых партнерах Беларуси
i_t^{ru}	Номинальная процентная ставка МБК в России
\bar{r}_t^{ru}	Равновесная реальная процентная ставка МБК в России
r_t^{ru}	Реальная процентная ставка МБК в России
\hat{r}_t^{ru}	Разрыв реальной процентной ставки МБК в России

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
i_t^{eu}	Номинальная процентная ставка МБК в еврозоне
\bar{r}_t^{eu}	Равновесная реальная процентная ставка МБК в еврозоне
r_t^{eu}	Реальная процентная ставка МБК в еврозоне
\hat{r}_t^{eu}	Разрыв реальной процентной ставки МБК в еврозоне
i_t^{cn}	Номинальная процентная ставка МБК в Китае
\bar{r}_t^{cn}	Равновесная реальная процентная ставка МБК в Китае
r_t^{cn}	Реальная процентная ставка МБК в Китае
\hat{r}_t^{cn}	Разрыв реальной процентной ставки МБК в Китае
i_t^{us}	Номинальная процентная ставка МБК в США
\bar{r}_t^{us}	Равновесная реальная процентная ставка МБК в США
r_t^{us}	Реальная процентная ставка МБК в США
\hat{r}_t^{us}	Разрыв реальной процентной ставки МБК в США
p_{oil}_t	Номинальная цена на нефть марки Brent (цена на нефть)
rp_{oil}_t	Относительная цена на нефть
Δrp_{oil}_t	Аннуализированный прирост относительной цены на нефть
$\Delta 4rp_{oil}_t$	Прирост относительной цены на нефть период к соответствующему периоду предыдущего года
$\overline{rp_{oil}}_t$	Равновесная относительная цена на нефть
$\widehat{rp_{oil}}_t$	Разрыв относительной цены на нефть
$\overline{\Delta rp_{oil}}_t$	Аннуализированный прирост равновесной относительной цены на нефть
$\varepsilon_t^{\bar{y}}$	Шок уровня равновесного ВВП
$\varepsilon_t^{\Delta \bar{y}}$	Шок прироста равновесного ВВП
$\varepsilon_t^{\hat{y}}$	Шок спроса (шок разрыва выпуска)
$\varepsilon_t^{\widehat{rfx}}$	Шок разрыва бюджетных расходов
$\varepsilon_t^{\overline{\Delta rfx}}$	Шок прироста равновесных бюджетных расходов
$\varepsilon_t^{\Delta wage}$	Шок номинальной заработной платы

Продолжение таблицы А.1

Обозначение	Переменная
$\varepsilon_t^{\Delta \overline{rwage}}$	Шок прироста реальной равновесной заработной платы
ε_t^π	Шок измерения инфляции
$\varepsilon_t^{\Delta \overline{p}}$	Шок прироста равновесной относительной цены
$\varepsilon_t^{\pi^{core}}$	Шок базовой инфляции
$\varepsilon_t^{\pi^{noncore}}$	Шок небазовой инфляции
$\varepsilon_t^{\pi^T}$	Шок таргета инфляции
ε_t^S	Шок НЭК
$\varepsilon_t^{\Delta \bar{z}}$	Шок прироста равновесного РЭК
$\varepsilon_t^{\overline{prem}}$	Шок равновесной премии за риск
$\varepsilon_t^{\widehat{prem}}$	Шок разрыва премии за риск
$\varepsilon_t^{\Delta \bar{x}}$	Шок прироста равновесного экспорта
$\varepsilon_t^{\bar{x}}$	Шок уровня равновесного экспорта
$\varepsilon_t^{\hat{x}}$	Шок разрыва экспорта
$\varepsilon_t^{\Delta \bar{m}}$	Шок прироста равновесного импорта
$\varepsilon_t^{\bar{m}}$	Шок уровня равновесного импорта
$\varepsilon_t^{\hat{m}}$	Шок разрыва импорта
$\varepsilon_t^{\widehat{tot}}$	Шок разрыва условий торговли
$\varepsilon_t^{\Delta \widehat{tot}}$	Шок прироста равновесных условий торговли
ε_t^i	Шок номинальной ставки МБК (шок монетарной политики)
$\varepsilon_t^{\bar{r}}$	Шок реальной равновесной ставки МБК
$\varepsilon_t^{\Delta i.l}$	Шок прироста номинальной ставки по кредитам
$\varepsilon_t^{\overline{spread}^l}$	Шок равновесного кредитного спреда
$\varepsilon_t^{\Delta i.d}$	Шок прироста номинальной ставки по депозитам
$\varepsilon_t^{\overline{spread}^d}$	Шок равновесного депозитного спреда
$\varepsilon_t^{\gamma^{ru}}$	Шок разрыва выпуска в России

Окончание таблицы А.1

Обозначение	Переменная
$\varepsilon_t^{\gamma^{eu}}$	Шок разрыва выпуска в ЕС
$\varepsilon_t^{\gamma^{cn}}$	Шок разрыва выпуска в Китае
$\varepsilon_t^{\gamma^{us}}$	Шок разрыва выпуска в США
$\varepsilon_t^{\pi^{ru}}$	Шок инфляции в России
$\varepsilon_t^{\pi^{eu}}$	Шок инфляции в еврозоне
$\varepsilon_t^{\pi^{cn}}$	Шок инфляции в Китае
$\varepsilon_t^{\pi^{us}}$	Шок инфляции в США
$\varepsilon_t^{i^{ru}}$	Шок номинальной ставки МБК в России
$\varepsilon_t^{\bar{r}^{ru}}$	Шок реальной равновесной ставки МБК в России
$\varepsilon_t^{i^{eu}}$	Шок номинальной ставки МБК в еврозоне
$\varepsilon_t^{\bar{r}^{eu}}$	Шок реальной равновесной ставки МБК в еврозоне
$\varepsilon_t^{i^{cn}}$	Шок номинальной ставки МБК в Китае
$\varepsilon_t^{\bar{r}^{cn}}$	Шок реальной равновесной ставки МБК в Китае
$\varepsilon_t^{i^{us}}$	Шок номинальной ставки МБК в США
$\varepsilon_t^{\bar{r}^{us}}$	Шок реальной равновесной ставки МБК в США
$\varepsilon_t^{\Delta \overline{rp}_{oil}}$	Шок прироста равновесной относительной цены на нефть
$\varepsilon_t^{\widehat{rp}_{oil}}$	Шок разрыва относительной цены на нефть

Источник: разработка автора.

Таблица А.2: Калибровка параметров QPM

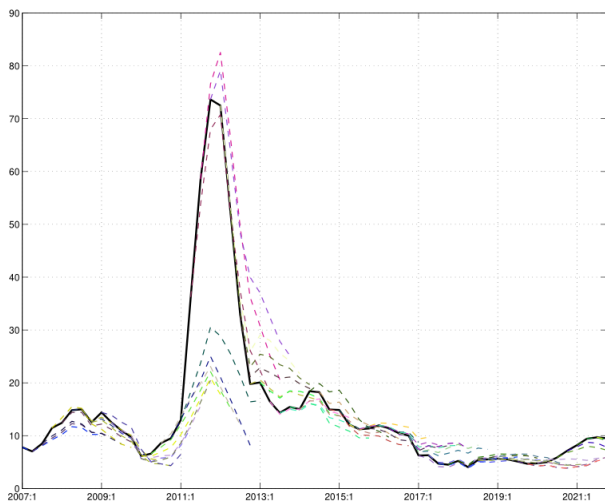
Параметр	Значение	Параметр	Значение	Параметр	Значение	Параметр	Значение
ab_1	0.90	k_2	0.30	$\Delta\bar{tot}_{ss}$	2.00	$a^{y.eu}$	0.50
$\Delta\bar{y}_{ss}$	1.00	bb_1	0.70	mpr	0.90	$a^{y.cn}$	0.50
a_1	0.50	bb_2	0.15	x_1	0.30	$a^{y.us}$	0.50
a_2	0.10	bb_3	0.15	x_2	0.30	$b^{\pi.ru}$	0.60
a_3	0.20	tar_1	0.90	mm_1	0.50	π_{ss}^{ru}	4.00
a_4	0.30	π_{ss}^T	6.00	mm_2	0.50	$b^{\pi.eu}$	0.60
a_5	0.10	h_1	0.30	mm_3	0.25	π_{ss}^{eu}	2.00
a_6	0.10	π_{ss}^*	3.20	w_1	0.70	$b^{\pi.cn}$	0.60
m_1	0.50	h_2	0.55	s_1	0.15	π_{ss}^{cn}	2.00
m_2	0.20	z_1	0.75	s_2	0.10	$b^{\pi.us}$	0.60
m_3	0.40	$\Delta\bar{z}_{ss}$	2.00	s_3	-0.15	π_{ss}^{us}	2.00
f_1	0.50	pr_1	0.80	s_4	0.70	$c^{i.ru}$	0.75
f_2	0.90	pr_2	0.50	s_5	4.70	\bar{r}_{ss}^{ru}	2.00
$\Delta\bar{rfx}_{ss}$	1.00	$\bar{pre}m_{ss}$	-0.35	w_2	0.90	$c^{r.ru}$	0.90
aa_1	0.50	u_1	0.80	\overline{spread}_{ss}^l	2.00	$c^{i.eu}$	0.75
aa_2	0.25	$\Delta\bar{x}_{ss}$	2.00	q_1	0.50	\bar{r}_{ss}^{eu}	0.00
aa_3	0.50	c_1	0.50	q_2	0.20	$c^{r.eu}$	0.90
aa_4	0.85	c_2	0.50	q_3	-0.30	$c^{i.cn}$	0.75
$wedge$	3.00	c_3	0.25	q_4	0.85	\bar{r}_{ss}^{cn}	1.00
$weight$	0.7153	uu_1	0.90	q_5	1.35	$c^{r.cn}$	0.90
rr_1	0.90	$\Delta\bar{m}_{ss}$	2.00	w_3	0.90	$c^{i.us}$	0.75
$\Delta\bar{rp}_{ss}$	-0.80	d_1	0.60	\overline{spread}_{ss}^d	0.00	\bar{r}_{ss}^{us}	0.50
b_1	0.35	d_2	1.00	w^{ru}	0.60	$c^{r.us}$	0.90
b_2	0.10	d_3	0.20	w^{eu}	0.15	o_1	0.90
b_3	0.50	r_1	0.50	w^{cn}	0.05	$\Delta\bar{rp}_{oil}_{ss}$	-2.00
k_1	0.50	r_2	0.90	$a^{y.ru}$	0.50	o_2	0.50

Источник: разработка автора.

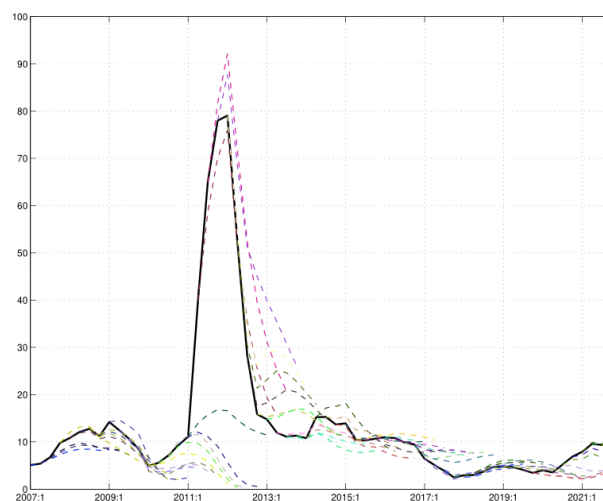
Прогноз на исторических данных в рамках QPM

Рисунок Б.1: Инфляция, % YoY

А) Сводная инфляция



Б) Базовая инфляция

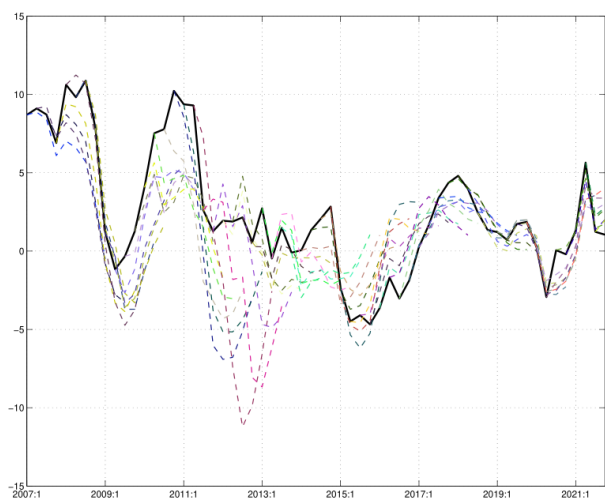


Источник: разработка автора на базе QPM.

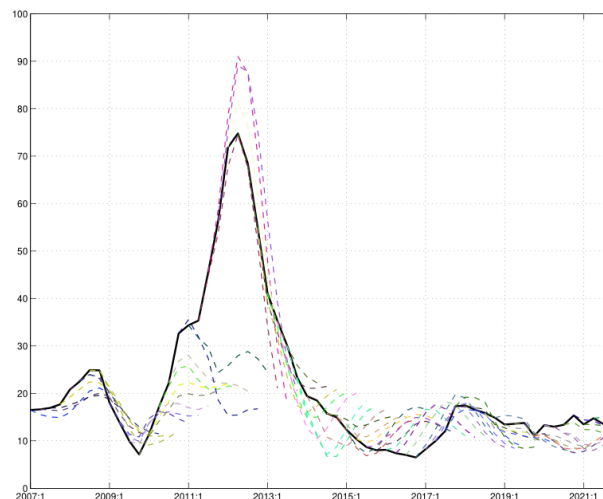
Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

Рисунок Б.2: Реальный ВВП и номинальная заработная плата, % YoY

А) Темп прироста реального ВВП



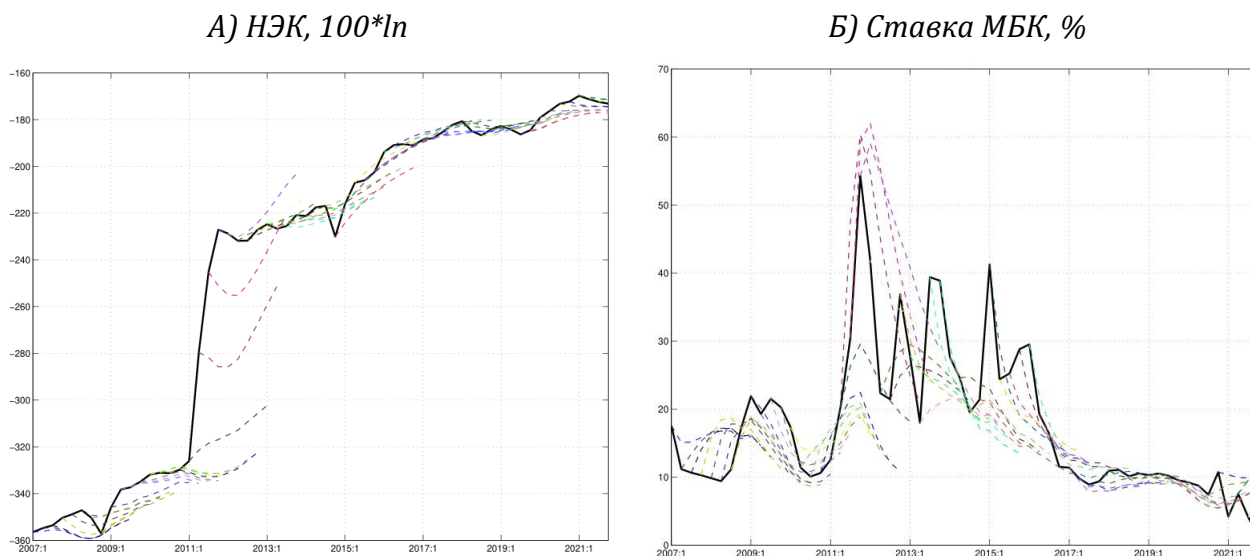
Б) Темп прироста номинальной зарплаты



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

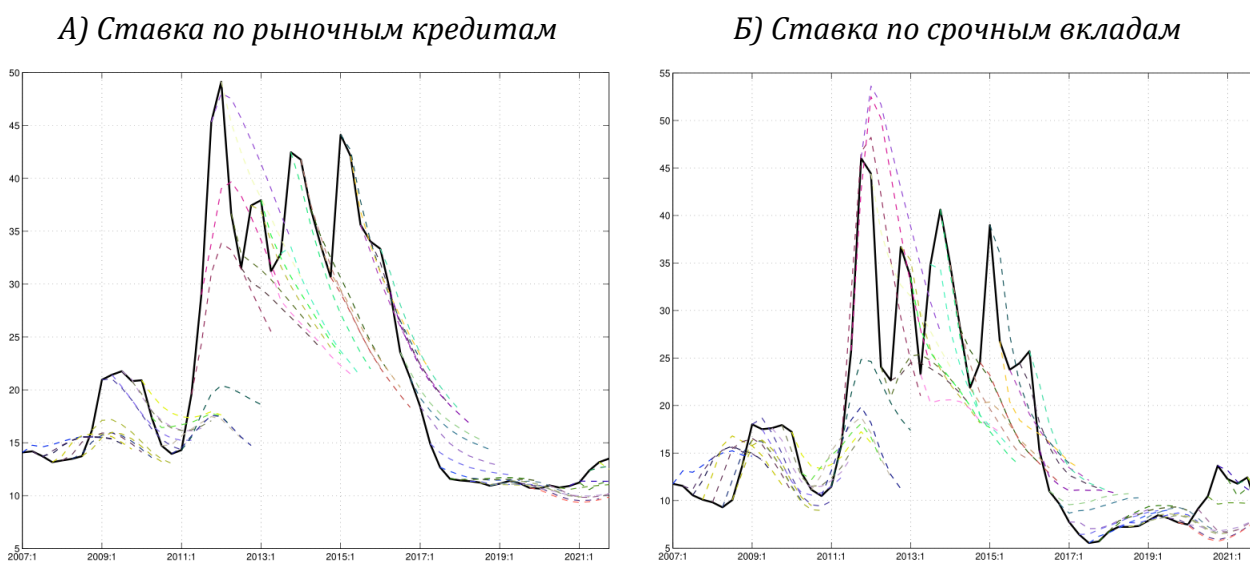
Рисунок Б.3: Номинальный эффективный курс белорусского рубля и номинальная процентная ставка МБК



Источник: разработка автора на базе QPM.

Примечание: построено на основе сезонно сглаженных логарифмированных данных.

Рисунок Б.4: Номинальные процентные ставки по новым рублевым кредитам и вкладам, %



Источник: разработка автора на базе QPM.