



Банк России

**Квартальная прогнозная модель  
Департамента исследований  
и прогнозирования**

Департамент исследований и прогнозирования

Октябрь 2024

**Нелюбина Алена**

Банк России, Департамент исследований и прогнозирования

E-mail: [NelyubinaAS1@cbr.ru](mailto:NelyubinaAS1@cbr.ru)

Автор выражает признательность Хажгериевой Анастасии, Чернядьеву Дмитрию, Власову Сергею, Рабинович Белле за полезные замечания и предложения.

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

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

107016, Москва, ул. Неглинная, 12

Телефоны: +7 499 300-30-00, +7 495 621-64-65 (факс)

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

## Оглавление

Описание _____	4
Основные уравнения модели _____	7
Список литературы _____	20
Приложение _____	21

## Описание

Модель Департамента исследований и прогнозирования (ДИП) является некоторой модификацией классической версии квартальной прогнозной модели (КПМ). В основе модели лежит система поведенческих уравнений, характеризующих взаимосвязи между инфляцией, деловой активностью, динамикой обменного курса, процентными ставками, условиями торговли и переменными внешнего сектора. В нее, помимо стандартных уравнений, добавлены два дополнительных блока. В модель включены: (1) динамика инфляции, или кривая Филлипса, (2) уравнения, описывающие компоненты совокупного спроса – внутренний спрос, экспорт и импорт отдельно, (3) уравнение формирования обменного курса – модификация паритета процентных ставок, (4) правило Тейлора, а также (5) бюджетный и (6) кредитный блоки.

КПМ построена с использованием переменных в разрывах. Под разрывом понимается отклонение фактического показателя от трендового значения. Тренд, в свою очередь, – это долгосрочная тенденция, которая определяется фундаментальными факторами. Тенденции в КПМ, как правило, моделируются авторегрессионными процессами, сходящимися к своим стационарным состояниям. В модели тренды выделяются при помощи многомерного фильтра Калмана. Логика калибровки трендовых значений заключается в том, что они изменяются плавно и медленно, поэтому уравнения для них содержат значительную степень инерционности и низкие стандартные отклонения шоков.

Параметризация уравнений осуществляется при помощи калибровки. Метод определения коэффициентов макроэкономической структурной модели путем калибровки достаточно широко распространен (см., например, Berg, Karam, Laxton, 2006). Он заключается в присвоении параметрам модели таких значений, при которых динамические свойства переменных хорошо согласуются с экспертными оценками и суждениями и (или) динамикой реальных данных. При этом присвоение этих значений не является результатом решения оптимизационной задачи / применения оптимизационного алгоритма.

Главная сильная сторона метода калибровки – это возможность получить оценку параметра даже при наличии коротких рядов данных и структурных сдвигов, что особенно актуально для России. Кроме того, калибровка позволяет учесть в оценках экспертные суждения о вероятных (или никогда раньше не наблюдавшихся) структурных изменениях в будущем, что представляет ценность для построения прогнозов в рамках различных сценариев.

К основным этапам калибровки относятся:

### 1. Анализ функций импульсных откликов:

Функции импульсных откликов (IRF) являются одним из трех основных диагностических инструментов для оценки калибровки модели. IRF необходимы для оценки динамического поведения модели для конкретной калибровки.

При оценке IRF мы в основном проверяем, что:

- реакции переменных модели на различные шоки имеют правильные знаки (переменные движутся в ожидаемых направлениях);
- реакции переменных на произошедшие шоки затухают со временем, то есть не требуется слишком много времени, чтобы переменные вернулись к устойчивым состояниям;
- реакции переменных на шоки не колеблются (то есть не выглядят как волны).

### 2. Анализ прогнозов внутри выборки:

Прогнозы внутри выборки – еще один инструмент диагностики. Они используются для оценки того, насколько хорошо откалиброванная модель, если бы она использовалась в прошлом, могла бы предсказать данные. В идеале мы хотели бы, чтобы прогнозы внутри выборки точно соответствовали фактическим данным. Однако часто встречаются случаи, когда прогнозы внутри выборки не очень точно предсказывают данные. Например, разумно ожидать, что прогнозы внутри выборки не смогут предсказать рост инфляции, вызванный климатическими потрясениями, поскольку модель по замыслу ее разработчиков не способна предсказать погоду.

### 3. Анализ декомпозиций переменных с помощью фильтра Калмана:

Декомпозиция переменных фильтром Калмана – еще один важный диагностический инструмент. Декомпозиции помогают нам оценить способность модели интерпретировать прошлые события с точки зрения экономической логики. Например, рецессию которая привела к ослаблению зарубежных экономик и, как следствие, к снижению совокупного спроса. Мы также должны попытаться интерпретировать необъяснимые факторы, охватываемые компонентами шока, имея в виду события, выходящие за рамки модели.

В российских условиях у калибровки есть ряд преимуществ: в отсутствие длинных рядов данных и при наличии структурных сдвигов использование оптимизационных методов для оценивания коэффициентов модели затруднено; кроме того, калибровка позволяет включить в модель суждения об изменениях структуры экономики в будущем, которые не были характерны для нее в прошлом. Практика калибровки параметров структурных

моделей распространена в странах, где существуют аналогичные проблемы с данными (Berg et al., 2006; Beneš et al., 2003).

Коэффициенты задаются с учетом рекомендаций и диапазонов, заданных международной практикой (например, Berg et al., 2006a, 2006b). Кроме того, калибровка ориентируется на КПМ для России, представленную в (Демиденко и др., 2016; Орлов, Шарафутдинов, 2024).

## Основные уравнения модели

Основные макроэкономические взаимосвязи отражены в следующих уравнениях<sup>1</sup>.

### ВВП-структура (1):

$$y_t^{ru} = (1 - w_{x_{ru}} + w_{m_{ru}}) * d_t^{ru} + w_{x_{ru}} * x_t^{ru} - w_{m_{ru}} * m_t^{ru},$$

где  $y_t^{ru}$  – фактический выпуск России (ВВП),  $d_t^{ru}$  – внутренний спрос,  $x_t^{ru}$  – экспорт,  $m_t^{ru}$  – импорт,  $w_{x_{ru}}$  – вес экспорта,  $w_{m_{ru}}$  – вес импорта.

В классической КПМ разрыв выпуска рассчитывается от ВВП целиком. В нашем случае он разделен на три компоненты: внутренний спрос, экспорт и импорт (по аналогии с (Орлов, Шарафутдинов, 2024)).

### Разрыв внутреннего спроса (2):

$$\hat{d}_t^{ru} = \alpha_1^{ru} * E \hat{d}_{t+1}^{ru} + \alpha_2^{ru} * \hat{d}_{t-1}^{ru} - \alpha_3^{ru} * \widehat{mci}_{t-1}^{ru} + \alpha_4^{ru} * \hat{z}_{t-1} + \alpha_5^{ru} * credit_{impulse} + \alpha_6^{ru} * \widehat{oil}_t^{exp} + \alpha_7^{ru} * budget_{impulse} + \varepsilon_t^{d,ru},$$

где  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $E \hat{d}_{t+1}^{ru}$  – ожидаемое значение разрыва внутреннего спроса на 1 квартал вперед,  $\widehat{mci}_t^{ru}$  – разрыв индекса денежно-кредитных условий,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $credit_{impulse}$  – кредитный импульс,  $\widehat{oil}_t^{exp}$  – разрыв реальной цены нефти (экспортной),  $budget_{impulse}$  – бюджетный импульс,  $\varepsilon_t^{d,ru}$  – шок внутреннего спроса.

Уравнение внутреннего спроса (2) является модификацией стандартной кривой IS КПМ. В уравнении учтены рациональные и инерционные ожидания, с учетом которых экономические агенты сглаживают потребление во времени. Также включен обменный курс, который показывает относительную привлекательность внутренних товаров для потребителей. Например, при обесценении национальной валюты стоимость импорта увеличивается и, соответственно, часть спроса перераспределяется на внутренний спрос.

Следует обратить внимание на то, что в уравнение (2) включены и процентные ставки через индекс денежно-кредитных условий, и отдельно кредитный импульс.

Что касается процентных ставок, то через них учтен один из основных каналов влияния монетарной политики на экономику в режиме таргетирования инфляции. Потребитель,

<sup>1</sup>Обозначение без диакритического знака будет обозначать уровень или изменение наблюдаемой переменной, обозначение с «крышечкой» ( $\hat{\phantom{x}}_t^{ru}$ ) – разрыв переменной, с «чертой» ( $\bar{\phantom{x}}_t^{ru}$ ) – трендовую, равновесную часть переменной.

решая задачу межвременного выбора, ориентируется на процентную ставку и выбирает, сколько ему оптимально потреблять в текущий и будущий моменты времени.

Кредитный импульс – это дополнительное влияние на выпуск спроса на кредиты, которое не объясняется бизнес-циклом или уровнем/изменением процентных ставок. Подробнее кредитный импульс будет рассмотрен ниже.

### Разрыв экспорта (3):

$$\hat{x}_t^{ru} = \alpha_1^{x-ru} * \hat{x}_{t-1}^{ru} + \alpha_2^{x-ru} * \hat{y}_t^f + \alpha_3^{x-ru} * \hat{z}_t + \alpha_4^{x-ru} * \widehat{oil}_t^{exp} + \varepsilon_t^{x-ru},$$

где  $\hat{x}_t^{ru}$  – разрыв экспорта,  $\hat{y}_t^f$  – разрыв эффективного внешнего разрыва выпуска,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $\widehat{oil}_t^{exp}$  – разрыв реальной цены нефти (экспортной),  $\varepsilon_t^{x-ru}$  – шок экспорта.

При формировании динамики экспорта (3) важную роль играет спрос со стороны внешнего мира на товары и услуги страны. В данном случае спрос аппроксимируется фазами делового цикла Китая, еврозоны, США, а также остальных стран мира агрегировано. Страны взвешиваются по долям экспорта России. Также на экспорт оказывает влияние цена нефти. Нефтегаз занимает большую долю в совокупном экспорте России. Вместе с тем на объемы добычи и экспорта нефти влияют цены. Кроме того, в уравнение входит обменный курс. В данном случае он также отражает относительную цену отечественных и зарубежных товаров. Если курс ослабевает, то отечественные товары становятся более привлекательными для внешних покупателей.

### Разрыв импорта (4):

$$\hat{m}_t^{ru} = \alpha_1^{m-ru} * \hat{m}_{t-1}^{ru} + \alpha_2^{m-ru} * \hat{d}_t^{ru} - \alpha_3^{m-ru} * \hat{z}_t + \varepsilon_t^{m-ru},$$

где  $\hat{m}_t^{ru}$  – разрыв импорта,  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $\varepsilon_t^{m-ru}$  – шок импорта.

Разрыв импорта определяется общим уровнем внутреннего спроса и курсом.

### Кривая Филлипса (5):

$$\pi_t^{ru} = \beta_1^{ru} * E\pi_{t+1}^{ru} + (1 - \beta_1^{ru}) * (\gamma_1 * \pi_{t-1}^{ru} + \gamma_2 * \pi_{t-2}^{ru} + \gamma_3 * \pi_{t-3}^{ru} + \gamma_4 * \pi_{t-4}^{ru}) + \beta_2^{ru} * \hat{z}_t + \beta_3^{ru} * \hat{d}_t^{ru} + \varepsilon_t^{ru},$$

где  $\pi_t^{ru}$  – инфляция в России,  $E\pi_{t+1}^{ru}$  – ожидаемая инфляция на 1 квартал вперед,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального обменного курса,  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $\varepsilon_t^{ru}$  – шок инфляции.

Уравнение показывает, что в состоянии равновесия фактическая инфляция будет соответствовать своему ожидаемому уровню (средневзвешенный показатель будущего и прошлых значений), если спрос соответствует своему потенциалу. В нашем случае инерционная часть ожиданий представлена не только лагом, равным одному кварталу, но и взвешенным индикатором квартальных лагов на год назад. Предполагается, что экономические агенты при принятии решений помнят и берут во внимание более длинный назадсмотрящий горизонт, чем только прошлые несколько месяцев. Также в отличие от классической версии КМП в нашем случае на темпы прироста цен влияет не разрыв выпуска в целом, а только разрыв внутреннего спроса. Такая модификация была сделана для того, чтобы снизить в рамках модели влияние волатильности экспорта на инфляцию.

### Непокрытый паритет процентных ставок (6):

$$\begin{aligned} \hat{z}_t^{rub/usd} = & \tau_1 * \left( \tau_2 * \hat{z}_{t-1}^{rub/usd} + (1 - \tau_2) * \hat{z}_{t+1}^{rub/usd} - (\hat{r}_t^{ru} - \hat{r}_t^{us} - \widehat{prem}_t^{ru})/4 \right) \\ & + (1 - \tau_1) * (\tau_3 * \hat{z}_{t-1}^{rub/usd} - \tau_4 * (\hat{x}_t^{ru} - \hat{m}_t^{ru}) + \tau_5 * (R_t^o - R_t^{o,rule})) \\ & + \varepsilon_t^{S^{rub/usd}}, \end{aligned}$$

где  $\hat{z}_t^{rub/usd}$  – разрыв реального курса доллара,  $\hat{r}_t^{ru}$  – разрыв реальной процентной ставки в России,  $\hat{r}_t^{us}$  – разрыв реальной процентной ставки в США,  $\widehat{prem}_t^{ru}$  – разрыв премии за риск,  $\hat{x}_t^{ru}$  – разрыв экспорта,  $\hat{m}_t^{ru}$  – разрыв импорта,  $(R_t^o - R_t^{o,rule})$  – изменение резервов в соответствии с бюджетным правилом (в рублях к номинальному ВВП). В данном случае ( $\tau_1$ ) интерпретируется как степень жесткости контроля капитала.

Обменный курс формируется при помощи модифицированного уравнения непокрытого паритета процентных ставок. В классической версии в условиях идеально свободного движения потоков капитала и выбора режима таргетирования инфляции изменение обменного курса напрямую зависит от дифференциала процентных ставок и премии за риск. В нашем случае предполагается, что, помимо финансового канала, значение имеют еще и торговые потоки.

Тут стоит сказать, что финансовый канал по-прежнему важен. Поэтому паритет ставок сохраняется. Его значимость заключается помимо прочего в описании канала обменного курса. Если центральный банк увеличивает процентную ставку, а зарубежные ставки не меняются, то обменный курс укрепляется. Более высокая внутренняя процентная ставка

привлекает краткосрочный капитал, что при прочих равных укрепляет национальную валюту.

Однако большую роль в формировании обменного курса теперь играет торговый баланс. Чтобы учесть это, в уравнение курса были добавлены разрывы переменных внешней торговли. Центральный банк с помощью роста ключевой ставки охлаждает внутренний спрос. Замедление внутреннего спроса означает снижение спроса на товары и услуги из-за рубежа. Сокращение импорта приводит к росту чистого экспорта и, соответственно, укреплению валюты.

На обменный курс также оказывают влияние закупки валюты в рамках бюджетного правила. Закупки равняются разнице между фактическими нефтегазовыми доходами и базовыми доходами, рассчитанными Минфином.

### Правило Тейлора (7):

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

где  $i_t^{ru}$  – номинальная процентная ставка (Ruonia),  $\overline{r_t^{ru}}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $E\pi_{t+4}^{4,ru}$  – ожидаемая через год инфляция (в терминах г/г),  $\pi_t^{target}$  – цель по инфляции,  $\varepsilon_t^i$  – шок монетарной политики. Реальная равновесная процентная ставка и ожидаемая инфляция представляют собой нейтральную ставку.

Предполагается, что инструментом денежно-кредитной политики является краткосрочная номинальная процентная ставка. Центральный банк устанавливает ее таким образом, чтобы достичь цели по инфляции.

### Бюджетный блок

Уравнения в бюджетном блоке представлены в уровнях, а не в терминах разрывов, что не характерно для КПМ. В данном случае все показатели построены по следующему принципу. Для каждой компоненты доходов и расходов записывается уравнение, согласно которому формируется этот показатель. Это будет расчетное значение. Наблюдаемое значение – это фактические данные из статистики. Разницу между наблюдаемым и расчетным значениями будем считать необъясненным остатком. Бюджетный импульс – это накопленные за некоторый период остатки. Наиболее сильное воздействие шок оказывает в текущем квартале (в котором шок произошел), в следующем квартале

влияние чуть снижается и постепенно начинает сходить на нет в течение 6 кварталов. Ниже будут рассмотрены примеры.

### Совокупные доходы бюджета (8):

$$Revenues_t^{ru} = Oil\_revenues_t^{ru} + No\_oil\_revenues_t^{ru},$$

где  $Revenues_t^{ru}$  – совокупные доходы бюджета,  $Oil\_revenues_t^{ru}$  – нефтегазовые доходы бюджета,  $No\_oil\_revenues_t^{ru}$  – ненефтегазовые доходы бюджета.

Доходы бюджета разделяются на нефтегазовые и ненефтегазовые.

### Ненефтегазовые доходы бюджета (9):

$$No\_oil\_revenues_t^{ru} = Import\_revenues_t^{ru} + No\_import\_revenues_t^{ru},$$

где  $No\_oil\_revenues_t^{ru}$  – ненефтегазовые доходы бюджета,  $Import\_revenues_t^{ru}$  – доходы бюджета, связанные с импортом,  $No\_import\_revenues_t^{ru}$  – доходы бюджета, не связанные с импортом.

Ненефтегазовые доходы бюджета разбиваются на доходы, связанные с импортом (акцизы, НДС, таможенные пошлины и другое) и доходы, не связанные с импортом (налог на прибыль, НДФЛ, безвозмездные поступления, платежи от приватизации и прочее).

### Доходы бюджета, связанные с импортом (10):

$$\Delta Import\_revenues_t^{ru} = \Delta Import_t^{ru} + \varepsilon_t^{imp},$$

где  $\Delta Import\_revenues_t^{ru}$  – темп прироста доходов бюджета, связанных с импортом,  $\Delta Import_t^{ru}$  – темп прироста номинального импорта,  $\varepsilon_t^{imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, связанных с импортом.

Темп прироста доходов от импорта, как правило, соответствует темпу прироста номинального импорта. Данная закономерность хорошо описывает данные, но иногда происходят отклонения – например, в случае повышения ставки импортных пошлин. Такие отклонения моделью не объясняются. Эффект их воздействия сохранится на протяжении следующих 6 кварталов. Накопленный эффект и будет являться импульсом со стороны доходов бюджета, связанных с импортом.

**Бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, связанных с импортом (11):**

$$Impulse\_IR_t^{ru} = \varepsilon_t^{imp} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{imp} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{imp} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{imp} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{imp} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{imp},$$

где  $Impulse\_IR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, связанных с импортом,  $\varepsilon_t^{imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, связанных с импортом.

**Доходы бюджета, не связанные с импортом (12):**

$$\Delta No\_import\_revenues_t^{ru} = \Delta GDP_t^{ru} + \varepsilon_t^{no\_imp},$$

где  $\Delta No\_import\_revenues_t^{ru}$  – темп прироста доходов бюджета, не связанных с импортом,  $\Delta GDP_t^{ru}$  – темп прироста номинального ВВП,  $\varepsilon_t^{no\_imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, не связанных с импортом.

Аналогичная ситуация – с доходами бюджета, не связанными с импортом. Темп их роста должен соответствовать темпу роста номинального ВВП. Отклонение от данной закономерности может происходить по разным причинам. Накопленное воздействие таких шоков, как повышение налоговых ставок или единоразовые выплаты в бюджет компаниями, загрязняющими природу, – это бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом.

**Бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом (13):**

$$Impulse\_NIR_t^{ru} = \varepsilon_t^{no\_imp} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{no\_imp} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{no\_imp} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{no\_imp} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{no\_imp} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{no\_imp},$$

где  $Impulse\_NIR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом,  $\varepsilon_t^{no\_imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, не связанных с импортом.

**Нефтегазовые доходы бюджета (14):**

$$\Delta Oil\_revenues_t^{ru} = \Delta Production_t^{ru} + \varepsilon_t^{oil},$$

где  $\Delta Oil\_revenues_t^{ru}$  – темп прироста нефтегазовых доходов бюджета,  $\Delta Production_t^{ru}$  – темп прироста добычи нефти в рублевом выражении,  $\varepsilon_t^{oil}$  – необъясненная часть изменения нефтегазовых доходов.

Темп роста нефтегазовых доходов соответствует темпу роста объема добычи нефти в рублевом выражении.

### Добыча нефти в рублевом выражении (15):

$$Production_t^{ru} = s_t^{rub/usd} * oil_t^{budget} * volume_t^{oil} + \varepsilon_t^{prod},$$

где  $Production_t^{ru}$  – добыча нефти в рублевом выражении,  $s_t^{rub/usd}$  – номинальный курс доллара,  $oil_t^{budget}$  – цена нефти для налогообложения<sup>2</sup>, закладываемая Минфином,  $volume_t^{oil}$  – объем добычи (баррелей за квартал),  $\varepsilon_t^{prod}$  – шок добычи.

Добыча нефти в рублевом выражении – это произведение цены нефти, используемой для целей налогообложения, обменного курса и физических объемов добытых баррелей нефти за квартал. Отклонение от заданного уравнения может происходить, например, за счет того, что какую-нибудь нефтегазовую компанию обязали платить дополнительные налоги на добычу полезных ископаемых.

### Бюджетный импульс со стороны нефтегазовых доходов (16):

$$Impulse_OR_t^{ru} = \varepsilon_t^{oil} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{oil} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{oil} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{oil} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{oil} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{oil},$$

где  $Impulse_OR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны нефтегазовых доходов,  $\varepsilon_t^{oil}$  – необъясненная часть изменения нефтегазовых доходов.

### Базовые нефтегазовые доходы бюджета (17):

$$Rule_t^{ru} = s_t^{rub/usd} * oil_t^{Rule} * volume_t^{oil} + \varepsilon_t^{Rule},$$

где  $Rule_t^{ru}$  – базовые нефтегазовые доходы бюджета,  $s_t^{rub/usd}$  – номинальный курс доллара,  $oil_t^{Rule}$  – цена нефти согласно бюджетному правилу,  $volume_t^{oil}$  – объем добычи (баррелей за квартал),  $\varepsilon_t^{Rule}$  – шок базовых нефтегазовых доходов.

<sup>2</sup> Цена нефти для налогообложения является максимальным значением одной из двух величин: цены нефти марки Urals либо цены нефти марки Brent, скорректированной на предельный дисконт, определяемый для целей налогообложения.

Базовые нефтегазовые доходы бюджета рассчитываются так же, как и нефтегазовые доходы бюджета, однако используется не цена нефти для целей налогообложения, а базовая цена нефти 60 долларов за баррель<sup>3</sup>.

Разница между фактическими нефтегазовыми доходами и базовыми по правилу – это та величина, на которую Центральный банк по поручению Минфина осуществляет операции на валютном рынке. Данная разность присутствует в уравнении формирования обменного курса (6).

### Совокупные расходы бюджета (18):

$$Expenditures_t^{ru} = Int\_expenditures_t^{ru} + No\_int\_expenditures_t^{ru},$$

где  $Expenditures_t^{ru}$  – совокупные расходы бюджета,  $Int\_expenditures_t^{ru}$  – процентные расходы,  $No\_int\_expenditures_t^{ru}$  – непроцентные расходы.

Совокупные расходы бюджета состоят из процентных и непроцентных расходов.

### Непроцентные расходы (19):

$$No\_int\_expenditures_t^{ru} = Rule_t^{ru} + No\_oil\_revenues_t^{ru} + Quasi_t^{ru} + \varepsilon_t^{NIE},$$

где  $No\_int\_expenditures_t^{ru}$  – непроцентные расходы,  $Rule_t^{ru}$  – базовые нефтегазовые доходы бюджета,  $No\_oil\_revenues_t^{ru}$  – ненепфтегазовые доходы бюджета,  $Quasi_t^{ru}$  – квази-расходы бюджета,  $\varepsilon_t^{NIE}$  – необъясненная часть изменения непроцентных расходов.

Непроцентные расходы занимают основную часть совокупных расходов. Предполагается, что темп роста непроцентных расходов соответствует взвешенным темпам роста его компонентов, а именно: базовым нефтегазовым доходам, ненепфтегазовым доходам, а также квазирасходам. Квазирасходы – это часть источников финансирования (сальдо региональных и межгосударственных кредитов). В рамках бюджетного правила расходы могут увеличиваться вслед за изменением ненепфтегазовых или базовых нефтегазовых доходов. Но, помимо этого, уровень расходов может складываться выше уровня, определенного бюджетным правилом в нестандартных ситуациях. Как, например, в 2020 году, когда расходы превышали заложенные в правиле. Накопленный эффект от такого превышения – бюджетный импульс со стороны непроцентных расходов бюджета.

<sup>3</sup> С 2027 года данная цена, согласно правилу, будет ежегодно индексироваться на 2%.

**Бюджетный импульс со стороны непроцентных расходов (20):**

$$Impulse\_NIE_t^{ru} = \varepsilon_t^{NIE} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{NIE} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{NIE} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{NIE} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{NIE} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{NIE},$$

где  $Impulse\_NIE_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны непроцентных расходов,  $\varepsilon_t^{NIE}$  – необъясненная часть изменения непроцентных расходов.

**Процентные расходы (21):**

$$\Delta Int\_expenditures_t^{ru} = \varphi_1 * \Delta Int\_expenditures_{t-1}^{ru} + (1 - \varphi_1) * \Delta i_t^{ru} + \varepsilon_t^{IE},$$

где  $\Delta Int\_expenditures_t^{ru}$  – темп прироста процентных расходов,  $\Delta i_t^{ru}$  – изменение процентной ставки,  $\varepsilon_t^{IE}$  – необъясненная часть изменения процентных расходов.

Процентные расходы занимают небольшую долю в расходах бюджета. В нашем случае они формируются простым уравнением: текущие темпы роста равны взвешенному значению темпов роста предыдущего значения и ключевой ставки. Процентные расходы зависят от того, какую часть дефицита профинансировали за счет займов. Если мы, к примеру, весь дефицит профинансировали за счет других источников и никак не использовали займы, то тут будет наблюдаться отрицательный шок. Накопленный остаток – это, соответственно, импульс со стороны процентных расходов.

**Бюджетный импульс со стороны процентных расходов (22):**

$$Impulse\_IE_t^{ru} = \varepsilon_t^{IE} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{IE} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{IE} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{IE} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{IE} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{IE},$$

где  $Impulse\_IE_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны процентных расходов,  $\varepsilon_t^{IE}$  – необъясненная часть изменения процентных расходов.

**Совокупный бюджетный импульс (23):**

$$budget\_impulse = -mult_1 * Impulse\_IR_t^{ru} - mult_2 * Impulse\_NIR_t^{ru} - mult_3 * Impulse\_OR_t^{ru} + mult_4 * Impulse\_NIE_t^{ru} + mult_5 * Impulse\_IE_t^{ru},$$

где  $budget\_impulse$  – совокупный бюджетный импульс,  $Impulse\_IR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, связанных с импортом,  $Impulse\_NIR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом,  $Impulse\_OR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны нефтегазовых доходов,  $Impulse\_NIE_t^{ru}$  – бюджетный импульс

со стороны непроцентных расходов,  $Impulse_{IE}_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны процентных расходов.

Совокупный бюджетный импульс, который влияет на экономику, это сумма импульсов нефтегазовых доходов, доходов, связанных с импортом и не связанных с импортом, а также процентных и непроцентных расходов.

### Кредитный блок

Предполагается, что кредитный цикл формируется под воздействием цикла деловой активности и цены кредита, то есть процентной ставки по кредитам. Модель включает в себя обратную связь – от кредитного цикла к деловому. То есть кредиты влияют на экономику, а экономика влияет на кредитование.

### Изменение портфеля займов (24):

$$NCR_t^{ru} = CR_t^{ru} - CR_{t-1}^{ru},$$

где  $NCR_t^{ru}$  – изменение кредитного портфеля,  $CR_t^{ru}$  – объем накопленной задолженности в экономике.

Основным показателем, характеризующим данный блок, является номинальный объем задолженности по кредитам (потребительским, ипотечным кредитам, а также кредитам нефинансовым организациям). Для данной переменной рассчитывается поток как разница текущего и прошлого значений.

### Изменение портфеля займов по отношению к ВВП (25):

$$ncr_t^{ru} = \overline{ncr}_t^{ru} + \widehat{ncr}_t^{ru},$$

где  $ncr_t^{ru}$  – изменение портфеля займов к ВВП,  $\overline{ncr}_t^{ru}$  – равновесная компонента,  $\widehat{ncr}_t^{ru}$  – разрыв изменения портфеля займов к ВВП.

Изменение задолженности по отношению к ВВП разделяется на тренд и разрыв. Тренд – это структурная часть, а разрыв – циклическая часть спроса на кредиты, обусловленная деловым циклом и стоимостью кредитов.

### Разрыв изменения портфеля займов по отношению к ВВП (26):

$$\widehat{ncr}_t^{ru} = \theta_1 * \widehat{ncr}_{t-1}^{ru} + \theta_2 * \widehat{y}_t^{ru} - \theta_3 * \widehat{r}_t^{loan} + \varepsilon_t^{credit} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{credit} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{credit} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{credit},$$

где  $\widehat{ncr}_t^{ru}$  – разрыв изменения портфеля займов к ВВП,  $\widehat{y}_t^{ru}$  – разрыв выпуска,  $\varepsilon_t^{credit}$  – необъясненная часть динамики кредитования. Сумма  $\varepsilon_t^{credit}$  и его лагов – это кредитный импульс.

Спрос на кредиты проциклический, он растет вместе с ростом (текущим и ожидаемым) экономики, производства и доходов. Цена кредита отражена компонентом разрыва реальной кредитной ставки. Более высокая реальная ставка снижает спрос на кредиты. Остаток в уравнении – это шок спроса на кредиты, который приводит к расширению кредитования за рамками делового цикла.

#### Кредитный импульс (27):

$$credit_{impulse} = \varepsilon_t^{credit} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{credit} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{credit} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{credit},$$

где  $credit_{impulse}$  – кредитный импульс,  $\varepsilon_t^{credit}$  – необъясненная часть динамики кредитования.

Кредитный импульс – это дополнительное влияние на совокупный спрос динамики кредитования, которое не объясняется бизнес-циклом или движением процентных ставок. Включение данной компоненты обусловлено рядом факторов, которые стандартное уравнение уловить не может. Например, периодически в статистике наблюдается такая ситуация, при которой процентные ставки высокие, ДКП жесткая, но кредитование все равно растет высокими темпами по некоторым причинам. Это может быть ажиотажный спрос. Или, допустим, активная реализация программ льготного кредитования. Также существуют обратные ситуации, когда при низких ставках и мягкой ДКП кредитная активность недостаточно высока. Такое может наблюдаться, например, в периоды высокой неопределенности относительно будущего.

#### Номинальная кредитная ставка (28):

$$i_t^{3y\_loan} = i\_ofz3_{t-1}^{ru} + prem_t^{loan} + \varepsilon_t^{loan},$$

где  $i_t^{3y\_loan}$  – номинальная ставка по корпоративным кредитам до 3 лет,  $i\_ofz3_t^{ru}$  – доходность 3-летних ОФЗ,  $prem_t^{loan}$  – кредитная премия,  $\varepsilon_t^{loan}$  – шок кредитной ставки.

ОФЗ являются для банков альтернативным способом получения доходности. При этом данный тип вложений несет низкие риски. Поэтому предусматривается, что, когда коммерческий банк устанавливает ставку кредитования, он отталкивается от доходностей ОФЗ (трансфертная кривая). При этом кредитование предполагает более высокие риски и, соответственно, требует некоторой кредитной премии.

### Доходность 3-летних ОФЗ (29):

$$i\_ofz3_t^{ru} = E i_t^{ru} + prem_t^{sr} + prem_t^{time} + \varepsilon_t^{ofz3},$$

где  $i\_ofz3_t^{ru}$  – доходность 3-летних ОФЗ,  $E i_t^{ru}$  – ожидания по ключевой ставке на 3 года вперед,  $prem_t^{sr}$  – премия за суверенный риск,  $prem_t^{time}$  – премия за срочность.

Аналогично для коммерческих банков альтернативой ОФЗ могут быть депозиты в Центральном банке, динамика которых определяется движением ключевой ставки. Соответственно, доходность ОФЗ на определенный срок формируется под воздействием ожиданий по данному инструменту на тот же срок.

### Кредитная премия (30):

$$prem_t^{loan} = roe_t * min_t * rw_t,$$

где  $prem_t^{loan}$  – кредитная премия,  $roe_t$  – рентабельность капитала банков,  $min_t$  – требования к капиталу банков,  $rw_t$  – риск-веса.

Кредитная премия формируется от сложившейся под влиянием фундаментальных институциональных факторов рентабельности собственного капитала банков, а также под воздействием макропруденциальных мер. Тут стоит отметить, что в рамках КПМ нет задачи подробно моделировать пруденциальную политику, поэтому в уравнениях она задана в упрощенном виде.

### Рентабельность капитала банков (31):

$$roe_t = \tau_1 * roe_{t-1} + (1 - \tau_1) * roe_{ss} + \varepsilon_t^{roe},$$

где  $roe_t$  – рентабельность капитала банков,  $roe_{ss}$  – рентабельность капитала банков в устойчивом состоянии.

ROE (return on equity) – это та доходность, которую банки могут получать в условиях сложившейся конкуренции. Значения этой переменной колеблется около константы.

### Требования к капиталу банков (32):

$$min_t = \tau_2 * min_{t-1} + (1 - \tau_2) * min_{ss} + \varepsilon_t^{min},$$

где  $min_t$  – требования к капиталу банков,  $min_{ss}$  – требования к капиталу банков в устойчивом состоянии.

Данная переменная характеризует долю резервов, которые коммерческие банки хранят с целью удовлетворить требования центрального банка.

### Риск-веса (33):

$$rw_t = \tau_3 * rw_{t-1} + (1 - \tau_3) * rw_{ss} + \varepsilon_t^{rw},$$

где  $rw_t$  – риск-веса,  $rw_{ss}$  – риск-веса в устойчивом состоянии.

### Разрыв индекса денежно-кредитных условий (34):

$$\widehat{mci}_t^{ru} = \gamma_1 * \hat{r}_t^{loan} + (1 - \gamma_1) * \hat{r}_t^{ru},$$

где  $\widehat{mci}_t^{ru}$  – разрыв индекса денежно-кредитных условий,  $\hat{r}_t^{loan}$  – разрыв реальной ставки кредитования,  $\hat{r}_t^{ru}$  – разрыв ставки Ruonia.

Индекс монетарных условий – это взвешенное значение ставки Ruonia и ставки по корпоративным займам до 3 лет.

## Список литературы

Банк России. Доклад о денежно-кредитной политике. – Москва: Банк России. – 2022. – no. 2. link: [https://cbr.ru/Collection/Collection/File/40972/2022\\_02\\_ddcp.pdf](https://cbr.ru/Collection/Collection/File/40972/2022_02_ddcp.pdf).

Демиденко М., Карачун О., Коршунов Д., Липин А, Хребичек Г. Система анализа и макроэкономического прогнозирования Евразийского экономического союза // Москва: ЕЭК, Санкт-Петербург: ЦИИ ЕАБР. – 2016.

Орлов А. Квартальная прогнозная модель России. – Москва: Банк России. – 2021. – link: [https://www.cbr.ru/Content/Document/File/118791/inf\\_note\\_feb\\_2521.pdf](https://www.cbr.ru/Content/Document/File/118791/inf_note_feb_2521.pdf).

Орлов А., Шарафутдинов А. Квартальная прогнозная модель России с рынком труда. – Москва: Банк России. – 2024. – link: [https://www.cbr.ru/Content/Document/File/165450/inf\\_note\\_202408.pdf](https://www.cbr.ru/Content/Document/File/165450/inf_note_202408.pdf).

Beneš J., Hlédik T., Vávra D., Vlček J. The Quarterly Projection Model and its Properties // The Czech National Bank's Forecasting and Policy Analysis System / Eds.: Coats W., Laxton D., Rose D. – Prague: Czech National Bank. – 2003. – pp. 63–98.

Berg A., Karam P., Laxton D. A Practical Model-Based Approach to Monetary Policy Analysis – Overview // IMF Working Paper. – 2006a. – no. 80. doi: 10.5089/9781451863406.001.

Berg A., Karam P., Laxton D. Practical Model-Based Monetary Policy Analysis – A How-To Guide // IMF Working Paper. – 2006b. – no. 81. doi: 10.5089/9781451863413.001.

Karam P., Pranovich M., Vlcek J. An extended Quarterly Projection Model: Credit cycle, macrofinancial linkages and macroprudential measures: The case of the Philippines // IMF Working Paper. – 2021. – no. 21/256.

## Приложение

Все уравнения модели:

Уравнения логлинеаризированы, переменные представлены в терминах логарифмов, темп роста – разница логарифмов (аннуализированный).

### Россия

#### (1) Совокупный спрос

##### 1.1. ВВП-структура:

$y_t^{ru} = (1 - w_{x_{ru}} + w_{m_{ru}}) * d_t^{ru} + w_{x_{ru}} * x_t^{ru} - w_{m_{ru}} * m_t^{ru}$ , где

$y_t^{ru}$  – фактический выпуск России (ВВП),  $d_t^{ru}$  – внутренний спрос,  $x_t^{ru}$  – экспорт,  $m_t^{ru}$  – импорт,  $w_{x_{ru}}$  – вес экспорта,  $w_{m_{ru}}$  – вес импорта.

##### 1.2. Уравнение совокупного спроса:

$y_t^{ru} = \bar{y}_t^{ru} + \hat{y}_t^{ru}$ , где

$y_t^{ru}$  – фактический выпуск России (ВВП),  $\bar{y}_t^{ru}$  – потенциальный выпуск,  $\hat{y}_t^{ru}$  – разрыв выпуска.

##### 1.3. Уравнение разрыва выпуска:

$\hat{y}_t^{ru} = (1 - w_{x_{ru}} + w_{m_{ru}}) * \hat{d}_t^{ru} + w_{x_{ru}} * \hat{x}_t^{ru} - w_{m_{ru}} * \hat{m}_t^{ru}$ , где

$\hat{y}_t^{ru}$  – разрыв выпуска,  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $\hat{x}_t^{ru}$  – разрыв экспорта,  $\hat{m}_t^{ru}$  – разрыв импорта,  $w_{x_{ru}}$  – вес экспорта,  $w_{m_{ru}}$  – вес импорта.

##### 1.4. Уравнения внутреннего спроса

###### 1.4.1. Уровень внутреннего спроса:

$d_t^{ru} = \bar{d}_t^{ru} + \hat{d}_t^{ru}$ , где

$d_t^{ru}$  – внутренний спрос,  $\bar{d}_t^{ru}$  – трендовая часть,  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса.

###### 1.4.2. Разрыв внутреннего спроса:

$\hat{d}_t^{ru} = \alpha_1^{ru} * E\hat{d}_{t+1}^{ru} + \alpha_2^{ru} * \hat{d}_{t-1}^{ru} - \alpha_3^{ru} * \widehat{mci}_{t-1}^{ru} + \alpha_4^{ru} * \hat{z}_{t-1} + \alpha_5^{ru} * credit_{impulse} + \alpha_6^{ru} * \widehat{oil}_t^{exp} + \alpha_7^{ru} * budget_{impulse} + \varepsilon_t^{d_{ru}}$ , где

$\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $E\hat{d}_{t+1}^{ru}$  – ожидаемое значение разрыва внутреннего спроса на 1 квартал вперед,  $\widehat{mci}_t^{ru}$  – разрыв индекса денежно-кредитных условий,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $credit_{impulse}$  – кредитный импульс,  $\widehat{oil}_t^{exp}$  – разрыв реальной цены нефти (экспортной),  $budget_{impulse}$  – бюджетный импульс,  $\varepsilon_t^{d_{ru}}$  – шок внутреннего спроса.

###### 1.4.3. Равновесная составляющая внутреннего спроса:

$$\Delta \bar{d}_t^{ru} = \theta_1^{ru} * \Delta \bar{d}_{t-1}^{ru} + (1 - \theta_1^{ru}) * \Delta d_{ss}^{ru} + \varepsilon_t^{d\_tnd^{ru}}, \text{ где}$$

$\Delta \bar{y}_t^{ru}$  – равновесное изменение внутреннего спроса,  $\Delta d_{ss}^{ru}$  – изменение внутреннего спроса в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{d\_tnd^{ru}}$  – шок трендового выпуска.

## 1.5. Уравнения экспорта

### 1.5.1. Уровень экспорта:

$$x_t^{ru} = \bar{x}_t^{ru} + \hat{x}_t^{ru}, \text{ где}$$

$x_t^{ru}$  – фактический экспорт,  $\bar{x}_t^{ru}$  – равновесный экспорт,  $\hat{x}_t^{ru}$  – разрыв экспорта.

### 1.5.2. Разрыв экспорта:

$$\hat{x}_t^{ru} = \alpha_1^{x\_ru} * \hat{x}_{t-1}^{ru} + \alpha_2^{x\_ru} * \hat{y}_t^f + \alpha_3^{x\_ru} * \hat{z}_t + \alpha_4^{x\_ru} * \widehat{oil}_t^{exp} + \varepsilon_t^{x\_ru}, \text{ где}$$

$\hat{x}_t^{ru}$  – разрыв экспорта,  $\hat{y}_t^f$  – разрыв эффективного внешнего разрыва выпуска,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $\widehat{oil}_t^{exp}$  – разрыв реальной цены нефти (экспортной),  $\varepsilon_t^{x\_ru}$  – шок экспорта.

### 1.5.3. Равновесная составляющая экспорта:

$$\Delta \bar{x}_t^{ru} = \theta_1^{ru} * \Delta \bar{x}_{t-1}^{ru} + (1 - \theta_1^{ru}) * \Delta x_{ss}^{ru} + \varepsilon_t^{x\_tnd^{ru}}, \text{ где}$$

$\Delta \bar{x}_t^{ru}$  – равновесное изменение экспорта,  $\Delta x_{ss}^{ru}$  – изменение экспорта в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{x\_tnd^{ru}}$  – шок трендового экспорта.

## 1.6. Уравнения импорта

### 1.6.1. Уровень импорта:

$$m_t^{ru} = \bar{m}_t^{ru} + \hat{m}_t^{ru}, \text{ где}$$

$m_t^{ru}$  – импорт,  $\bar{m}_t^{ru}$  – равновесный импорт,  $\hat{m}_t^{ru}$  – разрыв импорта.

### 1.6.2. Разрыв импорта:

$$\hat{m}_t^{ru} = \alpha_1^{m\_ru} * \hat{m}_{t-1}^{ru} + \alpha_2^{m\_ru} * \hat{d}_t^{ru} - \alpha_3^{m\_ru} * \hat{z}_t + \varepsilon_t^{m\_ru}, \text{ где}$$

$\hat{m}_t^{ru}$  – разрыв импорта,  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $\varepsilon_t^{m\_ru}$  – шок импорта.

### 1.6.3. Равновесная составляющая импорта:

$$\Delta \bar{m}_t^{ru} = \theta_1^{ru} * \Delta \bar{m}_{t-1}^{ru} + (1 - \theta_1^{ru}) * \Delta m_{ss}^{ru} + \varepsilon_t^{m\_tnd^{ru}}, \text{ где}$$

$\Delta \bar{m}_t^{ru}$  – равновесное изменение импорта,  $\Delta m_{ss}^{ru}$  – изменение импорта в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{m\_tnd^{ru}}$  – шок трендового импорта.

## (2) Уравнение инфляции

$$\pi_t^{ru} = \beta_1^{ru} * E\pi_{t+1}^{ru} + (1 - \beta_1^{ru}) * (\gamma_1 * \pi_{t-1}^{ru} + \gamma_2 * \pi_{t-2}^{ru} + \gamma_3 * \pi_{t-3}^{ru} + \gamma_4 * \pi_{t-4}^{ru}) + \beta_2^{ru} * \hat{z}_t + \beta_3^{ru} * \hat{d}_t^{ru} + \varepsilon_t^{ru}, \text{ где}$$

$\pi_t^{ru}$  – инфляция в России,  $E\pi_{t+1}^{ru}$  – ожидаемая инфляция на 1 квартал вперед,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального обменного курса,  $\hat{d}_t^{ru}$  – разрыв внутреннего спроса,  $\varepsilon_t^{ru}$  – шок инфляции.

## (3) Уравнение обменного курса

### 3.1. Реальный обменный курс доллара

#### 3.1.1. Уровень реального курса доллара:

$$z_t^{rub/usd} = \Delta \bar{z}_t^{rub/usd} + \hat{z}_t^{rub/usd}, \text{ где}$$

$z_t^{rub/usd}$  – реальный курс доллара,  $\Delta \bar{z}_t^{rub/usd}$  – равновесная траектория реального курса доллара,  $\hat{z}_t^{rub/usd}$  – разрыв реального курса доллара.

#### 3.1.2. Разрыв реального курса доллара:

$$\hat{z}_t^{rub/usd} = \tau_1 * (\tau_2 * \hat{z}_{t-1}^{rub/usd} + (1 - \tau_2) * \hat{z}_{t+1}^{rub/usd} - (\hat{r}_t^{ru} - \hat{r}_t^{us} - \widehat{prem}_t^{ru})/4) + (1 - \tau_1) * (\tau_3 * \hat{z}_{t-1}^{rub/usd} - \tau_4 * (\hat{x}_t^{ru} - \hat{m}_t^{ru}) + \tau_5 * (R_t^o - R_t^{o,rule})) + \varepsilon_t^{s^{rub/usd}}, \text{ где}$$

$\hat{z}_t^{rub/usd}$  – разрыв реального курса доллара,  $\hat{r}_t^{ru}$  – разрыв реальной ставки в России,  $\hat{r}_t^{us}$  – разрыв реальной ставки в США,  $\widehat{prem}_t^{ru}$  – разрыв премии за риск,  $\hat{x}_t^{ru}$  – разрыв экспорта,  $\hat{m}_t^{ru}$  – разрыв импорта,  $(R_t^o - R_t^{o,rule})$  – изменение резервов в соответствии с бюджетным правилом (в рублях к номинальному ВВП). В данном случае  $(\tau_1)$  интерпретируется как степень жесткости контроля капитала.

#### 3.1.3. Равновесная траектория реального курса доллара:

$$\Delta \bar{z}_t^{rub/usd} = \Delta \bar{s}_t^{rub/usd} - \pi_{ss}^{us} + \pi_t^{target}, \text{ где}$$

$\Delta \bar{z}_t^{rub/usd}$  – равновесная траектория реального курса доллара,  $\Delta \bar{s}_t^{rub/usd}$  – равновесная траектория номинального курса доллара,  $\pi_t^{target}$  – цель по инфляции в России,  $\pi_{ss}^{us}$  – долгосрочное значение инфляции в США.

### 3.2. Реальный эффективный обменный курс

### 3.2.1. Уравнение связи курса доллара с эффективным обменным курсом:

$$z_t = ((w_{usa} + w_{row}) * z_t^{rub/usd} + w_{ez} * (z_t^{rub/usd} - z_t^{ez/usd}) + w_{cn} * (z_t^{rub/usd} - z_t^{cn/usd})), \text{ где}$$

$z_t$  – реальный эффективный обменный курс,  $z_t^{rub/usd}$  – реальный курс доллара,  $z_t^{ez/usd}$  – реальный курс доллара в еврозоне (евро за доллар),  $z_t^{cn/usd}$  – реальный курс доллара в Китае (юаней за доллар),  $w_{usa}$  – вес США в торговой корзине России,  $w_{ez}$  – вес еврозоны в торговой корзине России,  $w_{cn}$  – вес Китая в торговой корзине России,  $w_{row}$  – вес остального мира в торговой корзине России.

### 3.2.2. Фактический реальный эффективный обменный курс:

$$z_t = \bar{z}_t + \hat{z}_t, \text{ где}$$

$z_t$  – реальный эффективный обменный курс,  $\bar{z}_t$  – тренд реального эффективного обменного курса,  $\hat{z}_t$  – разрыв реального эффективного обменного курса.

### 3.2.3. Равновесный реальный эффективный обменный курс:

$$\Delta \bar{z}_t = \sigma_1 * \Delta \bar{z}_{t-1} + (1 - \sigma_1) * \Delta z_{ss} + \varepsilon_t^z, \text{ где}$$

$\Delta \bar{z}_t$  – изменение трендового реального эффективного обменного курса,  $\Delta z_{ss}$  – изменение трендового реального эффективного обменного курса в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^z$  – шок тренда реального эффективного обменного курса.

## (4) Правило монетарной политики

### 4.1. Уравнения формирования реальной ставки

#### 4.1.1. Уравнение фактической реальной ставки:

$$r_t^{ru} = \bar{r}_t^{ru} + \hat{r}_t^{ru}, \text{ где}$$

$r_t^{ru}$  – фактическая реальная ставка,  $\bar{r}_t^{ru}$  – реальная равновесная ставка,  $\hat{r}_t^{ru}$  – разрыв реальной ставки.

#### 4.1.2. Уравнение равновесной реальной ставки:

$$\bar{r}_t^{ru} = \rho_1 * \bar{r}_{t-1}^{ru} + (1 - \rho_1) * (4 * (\bar{z}_{t+1} - \bar{z}_t) + \bar{r}_t^{us} + \overline{prem}_t^{ru}) + \varepsilon_t^r, \text{ где}$$

$\bar{r}_t^{ru}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $\bar{z}_t$  – тренд реального эффективного обменного курса,  $\bar{r}_t^{us}$  – зарубежная реальная равновесная процентная ставка,  $\overline{prem}_t^{ru}$  – тренд российской страновой премии за риск,  $\varepsilon_t^r$  – шок реальной равновесной процентной ставки.

## 4.2. Уравнение фактической номинальной ставки

### 4.2.1. Уравнение связи номинальной и реальной ставки:

$$i_t^{ru} = r_t^{ru} + E\pi_{t+1}^{ru}, \text{ где}$$

$i_t^{ru}$  – номинальная процентная ставка (Ruonia),  $r_t^{ru}$  – фактическая реальная ставка,  $\pi_{t+1}^{ru}$  – инфляция на 1 квартал вперед.

### 4.2.2. Уравнение фактической номинальной ставки:

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

$i_t^{ru}$  – номинальная процентная ставка (Ruonia),  $\bar{r}_t^{ru}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $\pi_t^{4,ru}$  – инфляция (год к предыдущему году),  $\pi_t^{target}$  – цель по инфляции,  $\varepsilon_t^i$  – шок монетарной политики. Реальная равновесная процентная ставка и ожидаемая инфляция представляют собой нейтральную ставку.

## (5) Премия за риск

### 5.1. Уравнение фактической премии за риск:

$$prem_t^{ru} = \overline{prem}_t^{ru} + \widehat{prem}_t^{ru}, \text{ где}$$

$prem_t^{ru}$  – российская премия за риск,  $\overline{prem}_t^{ru}$  – равновесная премия за риск,  $\widehat{prem}_t^{ru}$  – разрыв премии за риск.

### 5.2. Уравнение равновесной премии за риск:

$$\overline{prem}_t^{ru} = \vartheta_1 * \overline{prem}_{t-1}^{ru} + (1 - \vartheta_1) * \overline{prem}_{ss}^{ru} - \vartheta_2 * (\bar{y}_t^{ru} - \bar{y}_{ss}^{ru}) + \varepsilon_t^{prem\_tnd^{ru}}, \text{ где}$$

$\overline{prem}_t^{ru}$  – равновесная премия за риск,  $\overline{prem}_{ss}^{ru}$  – премия за риск в устойчивом состоянии,  $(\bar{y}_t^{ru} - \bar{y}_{ss}^{ru})$  – отклонение равновесного выпуска от значения в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{prem\_tnd^{ru}}$  – шок равновесной премии.

### 5.3. Уравнение разрыва премии за риск:

$$\widehat{prem}_t^{ru} = \widehat{prem}_{t-1}^{ru} + \varepsilon_t^{prem^{ru}}, \text{ где}$$

$\widehat{prem}_t^{ru}$  – разрыв премии за риск,  $\varepsilon_t^{prem^{ru}}$  – шок премии за риск.

## (6) Бюджетный импульс

### 6.1. Совокупные доходы бюджета:

$$Revenues_t^{ru} = Oil\_revenues_t^{ru} + No\_oil\_revenues_t^{ru}, \text{ где}$$

$Revenues_t^{ru}$  – совокупные доходы бюджета,  $Oil\_revenues_t^{ru}$  – нефтегазовые доходы бюджета,  $No\_oil\_revenues_t^{ru}$  – ненефтегазовые доходы бюджета.

### 6.2. Ненефтегазовые доходы бюджета:

$$No\_oil\_revenues_t^{ru} = Import\_revenues_t^{ru} + No\_import\_revenues_t^{ru}, \text{ где}$$

$No\_oil\_revenues_t^{ru}$  – ненефтегазовые доходы бюджета,  $Import\_revenues_t^{ru}$  – доходы бюджета, связанные с импортом,  $No\_import\_revenues_t^{ru}$  – доходы бюджета, не связанные с импортом.

### 6.3. Доходы бюджета, связанные с импортом:

$$\Delta Import\_revenues_t^{ru} = \Delta Import_t^{ru} + \varepsilon_t^{imp}, \text{ где}$$

$\Delta Import\_revenues_t^{ru}$  – темп прироста доходов бюджета, связанных с импортом,  $\Delta Import_t^{ru}$  – темп прироста номинального импорта,  $\varepsilon_t^{imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, связанных с импортом.

### 6.4. Бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, связанных с импортом:

$$Impulse\_IR_t^{ru} = \varepsilon_t^{imp} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{imp} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{imp} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{imp} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{imp} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{imp}, \text{ где}$$

$Impulse\_IR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, связанных с импортом,  $\varepsilon_t^{imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, связанных с импортом.

### 6.5. Доходы бюджета, не связанные с импортом:

$$\Delta No\_import\_revenues_t^{ru} = \Delta GDP_t^{ru} + \varepsilon_t^{no\_imp}, \text{ где}$$

$\Delta No\_import\_revenues_t^{ru}$  – темп прироста доходов бюджета, не связанных с импортом,  $\Delta GDP_t^{ru}$  – темп прироста номинального ВВП,  $\varepsilon_t^{no\_imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, не связанных с импортом.

### 6.6. Бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом:

$$Impulse\_NIR_t^{ru} = \varepsilon_t^{no\_imp} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{no\_imp} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{no\_imp} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{no\_imp} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{no\_imp} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{no\_imp}, \text{ где}$$

$Impulse\_NIR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом,  $\varepsilon_t^{no\_imp}$  – необъясненная часть изменения доходов, не связанных с импортом.

### 6.7. Нефтегазовые доходы бюджета:

$$\Delta Oil\_revenues_t^{ru} = \Delta Production_t^{ru} + \varepsilon_t^{oil}, \text{ где}$$

$\Delta Oil\_revenues_t^{ru}$  – темп прироста нефтегазовых доходов бюджета,  $\Delta Production_t^{ru}$  – темп прироста добычи нефти в рублевом выражении,  $\varepsilon_t^{oil}$  – необъясненная часть изменения нефтегазовых доходов.

### 6.8. Добыча нефти в рублевом выражении:

$$Production_t^{ru} = s_t^{rub/usd} * oil_t^{budget} * volume_t^{oil} + \varepsilon_t^{prod}, \text{ где}$$

$Production_t^{ru}$  – добыча нефти в рублевом выражении,  $s_t^{rub/usd}$  – номинальный курс доллара,  $oil_t^{budget}$  – цена нефти, закладываемая Минфином,  $volume_t^{oil}$  – объем добычи (барр/квартал),  $\varepsilon_t^{prod}$  – шок добычи.

### 6.9. Бюджетный импульс со стороны нефтегазовых доходов:

$$Impulse\_OR_t^{ru} = \varepsilon_t^{oil} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{oil} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{oil} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{oil} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{oil} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{oil}, \text{ где}$$

$Impulse\_OR_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны нефтегазовых доходов,  $\varepsilon_t^{oil}$  – необъясненная часть изменения нефтегазовых доходов.

### 6.10. Базовые нефтегазовые доходы бюджета:

$$Rule_t^{ru} = s_t^{rub/usd} * oil_t^{Rule} * volume_t^{oil} + \varepsilon_t^{Rule}, \text{ где}$$

$Rule_t^{ru}$  – базовые нефтегазовые доходы бюджета,  $s_t^{rub/usd}$  – номинальный курс доллара,  $oil_t^{Rule}$  – цена нефти, согласно бюджетному правилу,  $volume_t^{oil}$  – объем добычи (барр/квартал),  $\varepsilon_t^{Rule}$  – шок базовых нефтегазовых доходов.

#### 6.11. Совокупные расходы бюджета:

$Expenditures_t^{ru} = Int\_expenditures_t^{ru} + No\_int\_expenditures_t^{ru}$ , где

$Expenditures_t^{ru}$  – совокупные расходы бюджета,  $Int\_expenditures_t^{ru}$  – процентные расходы,  $No\_int\_expenditures_t^{ru}$  – непроцентные расходы

#### 6.12. Непроцентные расходы:

$No\_int\_expenditures_t^{ru} = Rule_t^{ru} + No\_oil\_revenues_t^{ru} + Quasi_t^{ru} + \varepsilon_t^{NIE}$ , где

$No\_int\_expenditures_t^{ru}$  – непроцентные расходы,  $Rule_t^{ru}$  – базовые нефтегазовые доходы бюджета,  $No\_oil\_revenues_t^{ru}$  – ненефтегазовые доходы бюджета,  $Quasi_t^{ru}$  – квазирасходы бюджета,  $\varepsilon_t^{NIE}$  – необъясненная часть изменения непроцентных расходов.

#### 6.13. Бюджетный импульс со стороны непроцентных расходов:

$Impulse\_NIE_t^{ru} = \varepsilon_t^{NIE} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{NIE} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{NIE} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{NIE} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{NIE} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{NIE}$ , где

$Impulse\_NIE_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны непроцентных расходов,  $\varepsilon_t^{NIE}$  – необъясненная часть изменения непроцентных расходов

#### 6.14. Процентные расходы:

$\Delta Int\_expenditures_t^{ru} = \varphi_1 * \Delta Int\_expenditures_{t-1}^{ru} + (1 - \varphi_1) * \Delta i_t^{ru} + \varepsilon_t^{IE}$ , где

$\Delta Int\_expenditures_t^{ru}$  – темп прироста процентных расходов,  $\Delta i_t^{ru}$  – изменение процентной ставки,  $\varepsilon_t^{IE}$  – необъясненная часть изменения процентных расходов.

#### 6.15. Бюджетный импульс со стороны процентных расходов:

$Impulse\_IE_t^{ru} = \varepsilon_t^{IE} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{IE} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{IE} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{IE} + \rho_1^4 * \varepsilon_{t-4}^{IE} + \rho_1^5 * \varepsilon_{t-5}^{IE}$ , где

$Impulse\_IE_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны процентных расходов,  $\varepsilon_t^{IE}$  – необъясненная часть изменения процентных расходов.

#### 6.16. Совокупный бюджетный импульс:

$budget_{impulse} = -mult_1 * Impulse_{IR}_t^{ru} - mult_2 * Impulse_{NIR}_t^{ru} - mult_3 * Impulse_{OR}_t^{ru} + mult_4 * Impulse_{NIE}_t^{ru} + mult_5 * Impulse_{IE}_t^{ru}$ , где

$budget_{impulse}$  – совокупный бюджетный импульс,  $Impulse_{IR}_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, связанных с импортом,  $Impulse_{NIR}_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны доходов бюджета, не связанных с импортом,  $Impulse_{OR}_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны нефтегазовых доходов,  $Impulse_{NIE}_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны непроцентных расходов,  $Impulse_{IE}_t^{ru}$  – бюджетный импульс со стороны процентных расходов.

## (7) Кредитный импульс

### 7.1. Изменение количества займов:

$NCR_t^{ru} = CR_t^{ru} - CR_{t-1}^{ru}$ , где

$NCR_t^{ru}$  – изменение кредитного портфеля,  $CR_t^{ru}$  – объем накопленной задолженности в экономике.

### 7.2. Изменение количества займов по отношению к ВВП:

$ncr_t^{ru} = \overline{ncr}_t^{ru} + \widehat{ncr}_t^{ru}$ , где

$ncr_t^{ru}$  – изменение количества займов к ВВП,  $\overline{ncr}_t^{ru}$  – равновесная компонента,  $\widehat{ncr}_t^{ru}$  – разрыв изменения количества займов к ВВП.

### 7.3. Разрыв изменения количества займов по отношению к ВВП:

$\widehat{ncr}_t^{ru} = \theta_1 * \widehat{ncr}_{t-1}^{ru} + \theta_2 * \hat{y}_t^{ru} - \theta_3 * \hat{r}_t^{loan} + shock_t^{credit}$ , где

$\widehat{ncr}_t^{ru}$  – разрыв изменения количества займов к ВВП,  $\hat{y}_t^{ru}$  – разрыв выпуска,  $shock_t^{credit}$  – необъясненная часть динамики кредитования.

### 7.4. Необъясненная часть динамики кредитования:

$shock_t^{credit} = \varepsilon_t^{credit} + \rho_1 * \varepsilon_{t-1}^{credit} + \rho_1^2 * \varepsilon_{t-2}^{credit} + \rho_1^3 * \varepsilon_{t-3}^{credit}$ , где

$shock_t^{credit}$  – необъясненная часть динамики кредитования,  $\varepsilon_t^{credit}$  – шок кредитования.

### 7.5. Кредитный импульс:

$credit_{impulse} = shock_t^{credit}$ , где

$credit_{impulse}$  – кредитный импульс,  $shock_t^{credit}$  – необъясненная часть динамики кредитования.

### 7.6. Номинальная кредитная ставка:

$i_t^{3y\_loan} = i\_ofz3_{t-1}^{ru} + prem_t^{loan} + \varepsilon_t^{loan}$ , где

$i_t^{3y\_loan}$  – номинальная ставка по корпоративным кредитам до 3-х лет,  $i\_ofz3_{t-1}^{ru}$  – доходность 3-летних ОФЗ,  $prem_t^{loan}$  – кредитная премия,  $\varepsilon_t^{loan}$  – шок кредитной ставки.

### 7.7. Кредитная премия:

$prem_t^{loan} = roe_t * min_t * rw_t$ , где

$prem_t^{loan}$  – кредитная премия,  $roe_t$  – рентабельность капитала банков,  $min_t$  – требования к капиталу банков,  $rw_t$  – риск-веса.

### 7.8. Доходность 3-летних ОФЗ:

$i\_ofz3_t^{ru} = Ei_t^{ru} + prem_t^{sr} + prem_t^{time} + \varepsilon_t^{ofz3}$ , где

$i\_ofz3_t^{ru}$  – доходность 3-летних ОФЗ,  $Ei_t^{ru}$  – ожидания по ключевой ставке на 3 года вперед,  $prem_t^{sr}$  – премия за суверенный риск,  $prem_t^{time}$  – премия за срочность.

### 7.9. Рентабельность капитала банков:

$roe_t = \tau_1 * roe_{t-1} + (1 - \tau_1) * roe_{ss} + \varepsilon_t^{roe}$ , где

$roe_t$  – рентабельность капитала банков,  $roe_{ss}$  – рентабельность капитала банков в устойчивом состоянии.

### 7.10. Требования к капиталу банков:

$min_t = \tau_2 * min_{t-1} + (1 - \tau_2) * min_{ss} + \varepsilon_t^{min}$ , где

$min_t$  – требования к капиталу банков,  $min_{ss}$  – требования к капиталу банков в устойчивом состоянии.

### 7.11. Риск-веса:

$rw_t = \tau_3 * rw_{t-1} + (1 - \tau_3) * rw_{ss} + \varepsilon_t^{rw}$ , где

$rw_t$  – риск веса,  $rw_{ss}$  – риск-веса в устойчивом состоянии.

## 7.12. Разрыв индекса денежно-кредитных условий:

$\widehat{mci}_t^{ru} = \gamma_1 * \hat{r}_t^{loan} + (1 - \gamma_1) * \hat{r}_t^{ru}$ , где

$\widehat{mci}_t^{ru}$  – разрыв индекса денежно-кредитных условий,  $\hat{r}_t^{loan}$  – разрыв реальной ставки кредитования,  $\hat{r}_t^{ru}$  – разрыв ставки Ruonia.

### (8) Цена нефти

$i$  = export (цена экспортируемой Россией нефти); budget (цена нефти, закладываемая Минфином в расчет бюджетных параметров); Brent (цена нефти марки Brent).

## 7.1. Номинальная цена нефти:

$\Delta oil_t^i = \Delta roil_t^i + \pi_t^{us}$ , где

$\Delta oil_t^i$  – прирост номинальной цены нефти,  $\Delta roil_t^i$  – прирост реальной цены нефти,  $\pi_t^{us}$  – инфляция США.

## 7.2. Реальная цена нефти

### 7.2.1. Фактическая реальная цена:

$roil_t^i = \overline{roil}_t^i + \widehat{roil}_t^i$ , где

$roil_t^i$  – реальная цена нефти,  $\overline{roil}_t^i$  – равновесная реальная цена нефти,  $\widehat{roil}_t^i$  – разрыв реальной цены на нефть.

### 7.2.2. Разрыв реальной цены:

$\widehat{roil}_t^i = \varphi_1^{oil} * \widehat{roil}_{t-1}^i + \varepsilon_t^i$ , где

$\widehat{roil}_t^i$  – разрыв цены на нефть,  $\varepsilon_t^i$  – шок цены нефти.

### 7.2.3. Равновесная цена нефти:

$\Delta \overline{roil}_t^i = \varphi_2^{oil} * \Delta \overline{roil}_{t-1}^i + (1 - \varphi_2^{oil}) * \Delta \overline{roil}_{ss}^i + \varepsilon_t^{i,tna}$ , где

$\overline{\Delta r_{oil}_t^i}$  – прирост равновесной реальной цены нефти,  $\overline{\Delta r_{oil}_{ss}^i}$  – изменение цены нефти в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{i.tnd}$  – шок равновесного изменения цены нефти.

### (9) Эффективный внешний спрос

$$\hat{y}_t^f = exp_{ez} * \hat{y}_t^{ez} + exp_{us} * \hat{y}_t^{us} + exp_{cn} * \hat{y}_t^{cn} + exp_{row} * \hat{y}_t^{row}, \text{ где}$$

$\hat{y}_t^f$  – разрыв эффективного внешнего спроса,  $\hat{y}_t^{ez}$  – разрыв выпуска еврозоны,  $\hat{y}_t^{us}$  – разрыв выпуска США,  $\hat{y}_t^{cn}$  – разрыв выпуска Китая,  $\hat{y}_t^{row}$  – разрыв выпуска остального мира,  $exp_x$  – доля соответствующей страны в экспорте России.

## Внешний сектор

### Еврозона

#### (10) Совокупный спрос

##### 10.1. Уравнение совокупного спроса:

$$y_t^{ez} = \bar{y}_t^{ez} + \hat{y}_t^{ez}, \text{ где}$$

$y_t^{ez}$  – фактический выпуск еврозоны (ВВП),  $\bar{y}_t^{ez}$  – потенциальный выпуск,  $\hat{y}_t^{ez}$  – разрыв выпуска.

##### 10.2. Уравнение потенциального выпуска:

$$\Delta \bar{y}_t^{ez} = \theta_1^{ez} * \Delta \bar{y}_{t-1}^{ez} + (1 - \theta_1^{ez}) * \Delta y_{ss}^{ez} + \varepsilon_t^{y.tnd^{ez}}, \text{ где}$$

$\Delta \bar{y}_t^{ez}$  – прирост трендового выпуска,  $\Delta y_{ss}^{ez}$  – изменение трендового выпуска в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{y.tnd^{ez}}$  – шок трендового выпуска.

##### 10.3. Уравнение разрыва выпуска:

$$\hat{y}_t^{ez} = \alpha_1^{ez} * E \hat{y}_{t+1}^{ez} + \alpha_2^{ez} * \hat{y}_{t-1}^{ez} - \alpha_3^{ez} * \widehat{r}_{t-1}^{ez} + \alpha_4^{ez} * \hat{z}_{t-1}^{ez} + \alpha_5^{ez} * \hat{y}_{t-1}^{f-ez} + \varepsilon_t^{y-ez}, \text{ где}$$

$\hat{y}_t^{ez}$  – разрыв выпуска еврозоны,  $E \hat{y}_{t+1}^{ez}$  – ожидаемое значение разрыва выпуска еврозоны на 1 квартал вперед,  $\widehat{r}_{t-1}^{ez}$  – разрыв процентной ставки,  $\hat{z}_{t-1}^{ez}$  – разрыв реального эффективного курса еврозоны,  $\hat{y}_{t-1}^{f-ez}$  – разрыв эффективного внешнего спроса<sup>4</sup>,  $\varepsilon_t^{y-ez}$  – шок совокупного спроса.

#### (11) Уравнение инфляции:

$$\pi_t^{ez} = \beta_1^{ez} * E \pi_{t+1}^{ez} + (1 - \beta_1^{ez}) * \pi_{t-1}^{ez} + \beta_2^{ez} * \hat{z}_t^{ez} + \beta_3^{ez} * \hat{y}_t^{ez} + \beta_4^{ez} * \widehat{r_{oil}_t^{brent}} + \varepsilon_t^{ez}, \text{ где}$$

<sup>4</sup> Формируется аналогично России, происходит взвешивание разрывов выпуска по долям экспорта еврозоны.

$\pi_t^{ez}$  – инфляция в еврозоне,  $E\pi_{t+1}^{ez}$  – ожидаемая инфляция на 1 квартал вперед,  $\hat{z}_t^{ez}$  – разрыв реального эффективного курса еврозоны,  $\hat{y}_t^{ez}$  – разрыв выпуска еврозоны,  $\widehat{r_{oil}_t^{brent}}$  – разрыв реальной цены на нефть,  $\varepsilon_t^{ez}$  – шок инфляции (шок предложения).

## (12) Правило монетарной политики

### 12.1. Уравнения формирования реальной ставки

#### 12.1.1. Уравнение фактической реальной ставки:

$$r_t^{ez} = \bar{r}_t^{ez} + \hat{r}_t^{ez}, \text{ где}$$

$r_t^{ez}$  – фактическая реальная ставка,  $\bar{r}_t^{ez}$  – реальная равновесная ставка,  $\hat{r}_t^{ez}$  – разрыв реальной ставки.

#### 12.1.2. Уравнение равновесной реальной ставки:

$$\bar{r}_t^{ez} = \rho_1 * \Delta \bar{y}_t^{ez} + wedge_t^{ez} + \varepsilon_t^r, \text{ где}$$

$\bar{r}_t^{ez}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $\Delta \bar{y}_t^{ez}$  – прирост трендового выпуска,  $wedge_t^{ez}$  – авторегрессионная часть изменения нейтральной ставки, объясняющая часть остатка,  $\varepsilon_t^r$  – шок реальной равновесной процентной ставки.

$$wedge_t^{ez} = \rho_2 * wedge_{t-1}^{ez} + \varepsilon_t^{wedge_{ez}}, \text{ где}$$

$wedge_t^{ez}$  – авторегрессионная часть изменения нейтральной ставки, объясняющая часть остатка,  $\varepsilon_t^{wedge_{ez}}$  – шок остатка.

### 12.2. Уравнения фактической номинальной ставки

#### 12.2.1. Уравнение связи номинальной и реальной ставки:

$$i_t^{ez} = r_t^{ez} + E\pi_{t+1}^{ez}, \text{ где}$$

$i_t^{ez}$  – номинальная процентная ставка,  $r_t^{ez}$  – фактическая реальная ставка,  $E\pi_{t+1}^{ez}$  – инфляция на 1 квартал вперед.

#### 12.2.2. Уравнение фактической номинальной ставки:

$$i_t^{ez} = \delta_1 * i_{t-1}^{ez} + (1 - \delta_1) * (\bar{r}_t^{ez} + E\pi_{t+4}^{4,ez} + \delta_2 * (E\pi_{t+4}^{4,ez} - E\pi_{t+4}^{target})) + \delta_3 * \hat{y}_t^{ez} + \varepsilon_t^i,$$

где

$i_t^{ez}$  – номинальная процентная ставка,  $\bar{r}_t^{ez}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $\pi_t^{4,ez}$  – инфляция (год к предыдущему году),  $\pi_t^{target}$  – целевое значение инфляции,  $\hat{y}_t^{ez}$  – разрыв выпуска еврозоны,  $\varepsilon_t^i$  – шок монетарной политики. Реальная равновесная процентная ставка и ожидаемая инфляция представляют собой нейтральную ставку.

(13) **Равновесная премия еврозоны:**

$$\overline{prem}_t^{ez} = (\bar{r}_t^{ez} - \bar{r}_t^{us}) - 4 * (e_{s_t}^{ez/usd} - s_t^{ez/usd}), \text{ где}$$

$\overline{prem}_t^{ru}$  – равновесная премия за риск,  $\bar{r}_t^{ez}$  – реальная равновесная процентная ставка еврозоны,  $\bar{r}_t^{us}$  – реальная равновесная процентная ставка США,  $4 * (e_{s_t}^{ez/usd} - s_t^{ez/usd})$  – ожидаемое обесценение курса доллара.

**США**

(14) **Совокупный спрос**

14.1. **Уравнение совокупного спроса:**

$$y_t^{us} = \bar{y}_t^{us} + \hat{y}_t^{us}, \text{ где}$$

$y_t^{us}$  – фактический выпуск еврозоны (ВВП),  $\bar{y}_t^{us}$  – потенциальный выпуск,  $\hat{y}_t^{us}$  – разрыв выпуска.

14.2. **Уравнение потенциального выпуска:**

$$\Delta \bar{y}_t^{us} = \theta_1^{us} * \Delta \bar{y}_{t-1}^{us} + (1 - \theta_1^{us}) * \Delta y_{ss}^{us} + \varepsilon_t^{y\_tnd^{us}}, \text{ где}$$

$\Delta \bar{y}_t^{us}$  – прирост трендового выпуска,  $\Delta y_{ss}^{us}$  – изменение трендового выпуска в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{y\_tnd^{us}}$  – шок трендового выпуска.

14.3. **Уравнение разрыва выпуска:**

$$\hat{y}_t^{us} = \alpha_1^{us} * E \hat{y}_{t+1}^{us} + \alpha_2^{us} * \hat{y}_{t-1}^{us} - \alpha_3^{us} * \widehat{rr}_{t-1}^{us} + \alpha_4^{us} * \hat{z}_{t-1}^{us} + \alpha_5^{us} * \hat{y}_{t-1}^{f-us} + \varepsilon_t^{y-us}, \text{ где}$$

$\hat{y}_t^{us}$  – разрыв выпуска США,  $E \hat{y}_{t+1}^{us}$  – ожидаемое значение разрыва выпуска США на 1 квартал вперед,  $\widehat{rr}_{t-1}^{us}$  – разрыв процентной ставки,  $\hat{z}_{t-1}^{us}$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $\hat{y}_t^{f-us}$  – разрыв эффективного внешнего спроса<sup>5</sup>,  $\varepsilon_t^{y-us}$  – шок совокупного спроса.

(15) **Уравнение инфляции:**

<sup>5</sup> Аналогично России, по долям экспорта США.

$$\pi_t^{us} = \beta_1^{us} * E\pi_{t+1}^{us} + (1 - \beta_1^{us}) * \pi_{t-1}^{us} + \beta_2^{us} * \hat{z}_t^{us} + \beta_3^{us} * \hat{y}_t^{us} + \beta_4^{us} * \widehat{roil}_t^{brent} + \beta_5^{us} * \widehat{rwage}_t^{us} + \varepsilon_t^{us}, \text{ где}$$

$\pi_t^{us}$  – инфляция в США,  $E\pi_{t+1}^{us}$  – ожидаемая инфляция на 1 квартал вперед,  $\hat{z}_t^{us}$  – разрыв реального эффективного обменного курса,  $\hat{y}_t^{us}$  – разрыв выпуска США,  $\widehat{roil}_t^{brent}$  – разрыв реальной цены на нефть,  $\widehat{rwage}_t^{us}$  – разрыв реальной зарплаты,  $\varepsilon_t^{us}$  – шок инфляции (шок предложения).

## (16) Уравнения зарплаты США

### 16.1. Реальная зарплата США

#### 16.1.1. Уравнение реальной зарплаты США:

$$rwage_t^{us} = \widehat{rwage}_t^{us} + \overline{rwage}_t^{us}, \text{ где}$$

$rwage_t^{us}$  – реальная зарплата США,  $\widehat{rwage}_t^{us}$  – разрыв реальной зарплаты США,  $\overline{rwage}_t^{us}$  – равновесная зарплата США.

#### 16.1.2. Уравнение прироста равновесной реальной зарплаты:

$$\Delta \overline{rwage}_t^{us} = \vartheta^{us} * \Delta \overline{rwage}_{t-1}^{us} + (1 - \vartheta^{us}) * \Delta \bar{y}_t^{us} + \varepsilon_t^{rwage\_tnd\_us}, \text{ где}$$

$\Delta \overline{rwage}_t^{us}$  – прирост равновесной реальной зарплаты,  $\Delta \bar{y}_t^{us}$  – прирост трендового выпуска,  $\varepsilon_t^{rwage\_tnd\_us}$  – шок реальной равновесной зарплаты.

#### 16.1.3. Уравнение связи номинальной и реальной зарплаты:

$$\Delta rwage_t^{us} = \Delta wage_t^{us} - \pi_t^{us}, \text{ где}$$

$\Delta rwage_t^{us}$  – прирост реальной зарплаты,  $\Delta wage_t^{us}$  – прирост номинальной зарплаты,  $\pi_t^{us}$  – инфляция в США.

### 16.2. Уравнение прироста номинальной зарплаты:

$$\Delta wage_t^{us} = \omega_1^{w\_us} * \Delta wage_{t+1}^{us} + (1 - \omega_1^{w\_us}) * \Delta wage_{t-1}^{us} + \omega_2^{w\_us} * (\omega_3^{w\_us} * (-\widehat{rwage}_t^{us}) + (1 - \omega_3^{w\_us}) * (\hat{y}_t^{us})) + \varepsilon_t^{wage\_us}, \text{ где}$$

$\Delta wage_t^{us}$  – прирост номинальной зарплаты,  $\widehat{rwage}_t^{us}$  – разрыв реальной зарплаты,  $\hat{y}_t^{us}$  – разрыв выпуска США,  $\varepsilon_t^{wage\_us}$  – шок номинальной зарплаты.

## (17) Правило монетарной политики

### 17.1. Уравнения формирования реальной ставки

#### 17.1.1. Уравнение фактической реальной ставки:

$$r_t^{us} = \bar{r}_t^{us} + \hat{r}_t^{us}, \text{ где}$$

$r_t^{us}$  – фактическая реальная ставка,  $\bar{r}_t^{us}$  – реальная равновесная ставка,  $\hat{r}_t^{us}$  – разрыв реальной ставки.

### 17.1.2. Уравнение равновесной реальной ставки:

$$\bar{r}_t^{us} = \rho_1 * \Delta \bar{y}_t^{us} + wedge_t^{us} + \varepsilon_t^r, \text{ где}$$

$\bar{r}_t^{us}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $\Delta \bar{y}_t^{us}$  – прирост трендового выпуска,  $wedge_t^{us}$  – авторегрессионная часть изменения нейтральной ставки, объясняющая часть остатка,  $\varepsilon_t^r$  – шок реальной равновесной процентной ставки.

$$wedge_t^{us} = \rho_2 * wedge_{t-1}^{us} + \varepsilon_t^{wedge-us}, \text{ где}$$

$wedge_t^{us}$  – авторегрессионная часть изменения нейтральной ставки, объясняющая часть остатка,  $\varepsilon_t^{wedge-us}$  – шок остатка.

## 17.2. Уравнение фактической номинальной ставки

### 17.2.1. Уравнение связи номинальной и реальной ставки:

$$i_t^{us} = r_t^{us} + E\pi_{t+1}^{us}, \text{ где}$$

$i_t^{us}$  – номинальная процентная ставка,  $r_t^{us}$  – фактическая реальная ставка,  $E\pi_{t+1}^{us}$  – инфляция на 1 квартал вперед.

### 17.2.2. Уравнение фактической номинальной ставки:

$$i_t^{us} = \delta_1 * i_{t-1}^{us} + (1 - \delta_1) * (\bar{r}_t^{us} + E\pi_{t+4}^{4,us} + \delta_2 * (E\pi_{t+4}^{4,us} - E\pi_{t+4}^{target}) + \delta_3 * \hat{y}_t^{us}) + \varepsilon_t^i,$$

где

$i_t^{us}$  – номинальная процентная ставка,  $\bar{r}_t^{us}$  – реальная равновесная процентная ставка,  $\pi_t^{4,us}$  – инфляция (год к предыдущему году),  $\pi_t^{target}$  – целевое значение инфляции,  $\hat{y}_t^{us}$  – разрыв выпуска,  $\varepsilon_t^i$  – шок монетарной политики. Реальная равновесная процентная ставка и ожидаемая инфляция представляют собой нейтральную ставку.

### (18) Равновесная премия США:

$$prem_t^{us} = \tau_1^{us} * prem_{t-1}^{us} + (1 - \tau_1^{us}) * prem_{ss}^{us} + \varepsilon_t^{prem-us}, \text{ где}$$

$prem_t^{us}$  – премия за риск,  $prem_{ss}^{us}$  – премия за риск в устойчивом состоянии,  $\varepsilon_t^{prem\_us}$  – шок премии за риск.

## (19) Уравнение процентного паритета США и еврозоны

### 19.1. Номинальный обменный курс доллара

#### 19.1.1. Уравнение ожидаемого изменения номинального обменного курса доллара:

$$s_t^{usd/ez} = e_{s_t}^{usd/ez} + (i_t^{ez} - i_t^{us} - \overline{prem}_t^{ez})/4 + \varepsilon_t^{s^{rub/usd}}, \text{ где}$$

$e_{s_t}^{usd/ez}$  – ожидаемое значение номинального курса евро (долларов за евро),  $s_t^{usd/ez}$  – номинальный курс евро (долларов за евро),  $i_t^{ez}$  – номинальная ставка процента в еврозоне,  $i_t^{us}$  – номинальная зарубежная ставка процента (США),  $\overline{prem}_t^{ez}$  – равновесная премия за риск еврозоны,  $\varepsilon_t^{usd/ez}$  – шок валютного курса.

#### 19.1.2. Уравнение ожидаемого значения номинального курса доллара:

$$e_{s_t}^{usd/ez} = \tau_1 * E s_{t+1}^{usd/ez} + (1 - \tau_1) * (s_{t-1}^{usd/ez} + 2 * \Delta \bar{z}_t^{usd/ez} / 4), \text{ где}$$

$e_{s_t}^{usd/ez}$  – ожидаемое значение номинального курса евро (долларов за евро),  $s_t^{usd/ez}$  – номинальный курс евро (долларов за евро),  $\Delta \bar{z}_t^{usd/ez}$  – равновесная траектория реального курса евро.

#### 19.1.3. Траектория реального курса доллара:

$$\Delta z_t^{ez/usd} = -\Delta s_t^{usd/ez} + \pi_t^{us} - \pi_t^{ez}, \text{ где}$$

$\Delta z_t^{ez/usd}$  – прирост реального курса доллара (евро за доллар)  $\Delta s_t^{usd/ez}$  – прирост номинального курса евро (долларов за евро),  $\pi_t^{us}$  – инфляция в США,  $\pi_t^{ez}$  – инфляция в еврозоне.

### 19.2. Реальный эффективный обменный курс для еврозоны:

$$z_t^{ez} = ((w_{usa} + w_{row}) * z_t^{ez/usd} + w_{cn} * (z_t^{ez/usd} - z_t^{cn/usd})), \text{ где}$$

$z_t^{ez}$  – реальный эффективный обменный курс еврозоны,  $z_t^{ez/usd}$  – реальный курс доллара (евро за доллар),  $z_t^{cn/usd}$  – реальный курс доллара в Китае (юаней за доллар),  $w_{usa}$  – вес

США в торговой корзине еврозоны,  $w_{cn}$  – вес Китая в торговой корзине еврозоны,  $w_{row}$  – вес остального мира в торговой корзине еврозоны.

### 19.3. Реальный эффективный обменный курс для США:

$$z_t^{us} = w_{ez}/(1 - w_{row}) * (-z_t^{ez/usd}) + w_{cn}/(1 - w_{row}) * (-z_t^{cn/usd}), \text{ где}$$

$z_t^{us}$  – реальный эффективный обменный курс США,  $z_t^{ez/usd}$  – реальный курс доллара (евро за доллар),  $z_t^{cn/usd}$  – реальный курс доллара в Китае (юаней за доллар),  $w_{usa}$  – вес еврозоны в торговой корзине США,  $w_{cn}$  – вес Китая в торговой корзине США,  $w_{row}$  – вес остального мира в торговой корзине США.

Уравнения для Китая аналогичны еврозоне.

Для остального мира формируются только фактический выпуск и разрыв выпуска простыми авторегрессиями.