



НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК КАЗАХСТАНА

**ПОСТРОЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ МОДЕЛЕЙ DSGE В СИСТЕМУ
АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ (FPAS) НАЦИОНАЛЬНОГО
БАНКА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Департамент денежно-кредитной политики

Аналитическая записка №2025-2

Әлішер Төлепберген

Экономические исследования и аналитические записки Национального Банка Республики Казахстан (далее – НБРК) предназначены для распространения результатов исследований НБРК, а также других научно-исследовательских работ сотрудников НБРК. Экономические исследования распространяются для стимулирования дискуссий. Мнения, высказанные в документе, выражают личную позицию автора и могут не совпадать с официальной позицией НБРК.

Построение и внедрение моделей DSGE в систему анализа и прогнозирования (FPAS) Национального Банка Республики Казахстан

Март 2025

NBRK – AN – 2025 – 2

© Национальный Банк Республики Казахстан

Любое использование представленных материалов допускается только с разрешения авторов

Содержание

О моделях DSGE	4
Обзор международного опыта	5
Структура модели DSGE для малой открытой экономики.....	7
Ненефтяной сектор	7
Нефтяной сектор	8
Домохозяйства.....	8
Налогово-бюджетная политика	8
Денежно-кредитная политика.....	9
Внешняя экономика	9
Заключение	9

О моделях DSGE

Модели DSGE популярны как среди академиков, так и среди практиков. Многие центральные банки стали полагаться на модели DSGE для анализа политики и обоснования экономических прогнозов. Главной характеристикой моделей DSGE является ее микроэкономическая основа, которая предполагает оптимизацию поведения экономических агентов, таких как, домохозяйства и фирмы. Эта особенность моделей DSGE делает ее устойчивой к критике Лукаса², которая была адресована неструктурным моделям, основанным на приведенных уравнениях. Соответственно, модели DSGE позволяют проводить анализ политики в чистых лабораторных условиях, имея явное преимущество благодаря строгой микро-основе, в то время как традиционные макроэкономические модели больше подходят для проведения отраслевого анализа из-за широкого охвата экономики.

Модели DSGE также используются для прогнозирования, однако, среди практиков нет единого мнения относительно их эффективности по сравнению с другими макроэкономическими моделями. Хотя использование байесовского метода оценки значительно помогает в подгонке моделей DSGE к данным, но возникает также и проблема идентификации по мере увеличения размера модели.

На данный момент, среднесрочное прогнозирование и анализ политик в системе анализа и прогнозирования НБРК основаны на квартальной прогностической модели (КПМ)³. КПМ является полуструктурной моделью, включающую в себя три блока, где переменные представлены в разрывах. Модели КПМ являясь полуструктурными, обладают некоторой степенью гибкости, что позволяет, относительно быстро и легко, адаптировать их под различную структуру экономики. С другой стороны, более слабая микроэкономическая основа, по сравнению с моделями DSGE, не позволяет в полной мере проводить анализ политики.

Известно, что на практике международные организации и обладающие обширными ресурсами центральные банки используют “набор моделей”, каждая из которых адаптирована к различным целям. Таким образом, вопрос о том, следует ли разрабатывать и поддерживать внутреннюю модель DSGE, в конечном счете сводится к тому, сколько это стоит и может ли учреждение себе это позволить. Исследования показали, что для того, чтобы создать

¹ Төлепберген Әлішер – главный специалист-аналитик управления макроэкономических исследований и прогнозирования Департамента денежно-кредитной политики Национального Банка Республики Казахстан. E-mail: alisher.tolepbergen@nationalbank.kz

² Lucas, R., E. 1976. Econometric policy evaluation: A critique. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy (1), pp. 19-46.

³ Чернявский, Д. 2017. Квартальная прогностическая модель Республики Казахстан и ее роль в принятии решений по денежно-кредитной политике. NBRK Working Papers 2017(4).

внутреннюю модель DSGE с нуля, примерно трем штатным сотрудникам требуется более двух лет.⁴

Данная аналитическая записка излагает международный опыт использования моделей DSGE в центральных банках и предлагаемую структуру модели DSGE для экономики Казахстана. Стоит отметить, что в записке предлагается первичная структура модели, которая в дальнейшем будет совершенствоваться и расширяться по мере анализа и оценивания параметров модели.

Обзор международного опыта

Согласно исследованию Yagihashi (2020)⁵, около 40% опрошенных государственных институтов (58 институтов⁶) имеют несколько моделей DSGE для разных целей и задач. У большинства институтов (58,6%) имеется только одна модель DSGE, у 16 институтов (27,6%) – две модели, и остальные 8 институтов (13,8%) имеют в распоряжении три и более модели DSGE. Наконец, 30 институтов (51,7%) используют другие модели наряду с моделями DSGE.

Около 80% моделей DSGE разрабатываются центральными банками, что показывает, что центральные банки являются основными пользователями данных моделей. На 37 центральных банков приходится 55 моделей DSGE. Анализ политики является самой популярной заявленной целью моделей DSGE (29 случаев или 43%). Для целей прогнозирования с помощью моделей DSGE заявлено 15 случаев (22%).⁷

Общее исследование позволяет понять, что модели DSGE популярны среди различных институтов, в первую очередь, среди центральных банков. Большинство институтов используют модели DSGE для анализа политики и как дополнительный инструмент в прогнозировании. Далее, рассмотрим индивидуальные примеры систем анализа и прогнозирования ведущих центральных банков мира.

Две основные прогностические модели ФРС это, основанная на оптимизации, оцененная динамическая модель (EDO⁸) и масштабная модель общего равновесия FRB/US⁹. Модель EDO является среднемасштабной моделью DSGE и применяется с 2006 года. Наряду с EDO, прогнозы ФРС основываются на масштабной модели FRB/US, которая используется с 1996 года. Концепция FRB/US перекликается с подходом модели DSGE, согласно которому действия многих домохозяйств и фирм основаны на оптимизации поведения, где важную роль играют ожидания относительно будущих

⁴ Центральному Банку Норвегии потребовалось 3 года и 3 сотрудника, Банку Англии – 2 года и 15 сотрудников, Министерству Финансов Финляндии – 5 лет (Hjelm et al., 2015; Saxegaard, 2017), и Национальному Банку Швейцарии – 2 года (Cucho-Curti et al., 2009).

⁵ Yagihashi T. 2020. DSGE Models Used by Policymakers: A Survey. Policy Research Institute, Ministry of Finance, Japan.

⁶ Из них 37 центральных банков, 16 правительственных агентств, и 5 международных организаций.

⁷ Примечание: одна и та же модель может служить для нескольких целей. Анализ бизнес циклов также входит в тройку лидеров (8 случаев или 12%).

⁸ <https://www.federalreserve.gov/econres/edo-models-about.htm>

⁹ <https://www.federalreserve.gov/econres/us-models-about.htm>

экономических условий. Однако, по сравнению с моделями DSGE, FRB/US является более гибкой, ввиду ее полуструктурности, что позволяет ее уравнениям лучше отражать закономерности в исторических данных и облегчает моделирование экономики с большей детализацией.

ЕЦБ при построении своих прогнозов опирается на различные модели, включая модели временных рядов, DSGE модель New Area-Wide Model II (NAWM II), и полуструктурные модели ECB-BASE и ECB-MS. Основными моделями для Еврозоны являются NAWM II и ECB-BASE, в то время как для многостранового анализа используется ECB-MS. Наряду с этими моделями, ЕЦБ развивает и использует различные сателлитные модели временных рядов и разновидности DSGE моделей¹⁰.

Резервный Банк Австралии (РБА) также развивает и использует ряд моделей для прогнозов и анализа политики. Многосекторная модель DSGE (MSM) является частью модельного ряда РБА и служит дополнением к другим моделям. В рамках внутренних моделей РБА, модель MSM чаще всего применяется для анализа различных сценариев, нежели прогнозирования, так как причинно-следственные механизмы модели не всегда соответствуют тому, как, по мнению разработчиков экономической политики, работает экономика страны. Также, структура MSM менее детализирована и не учитывает некоторые аспекты экономики Австралии, которые эксперты РБА используют для анализа. Основной моделью прогнозирования в РБА является полуструктурная макроэконометрическая модель Macroeconomic Relationships for Targeting Inflation (MARTIN). Модель MARTIN – это большая система приведенных уравнений, где описывается как краткосрочная, так и долгосрочная динамика экономики Австралии.¹¹

В Банке России развивают и используют набор моделей, среди которых есть КПМ и разные вариаций моделей DSGE¹² для среднесрочного прогнозирования и анализа политики. Основным инструментом прогнозирования является КПМ, в то время как модели DSGE позволяют получить дополнительные оценки прогнозных траекторий и учесть структурные предпосылки, которые не отражены в КПМ.¹³

Обзор международного опыта в прогнозировании и анализе политики показал, во-первых, что некоторые центральные банки имеют две или более моделей DSGE. Соответственно, используются данные модели для различных целей. Во-вторых, наряду с моделями DSGE, большинство центральных банков используют полуструктурные макроэконометрические модели для анализа политики и прогнозирования. Некоторые центральные банки¹⁴

¹⁰ Ciccarelli et al. 2024. ECB macroeconomic models for forecasting and policy analysis. Occasional Paper Series 344.

¹¹ Ballantyne et al. 2019. MARTIN Has Its Place: A Macroeconometric Model of the Australian Economy. Research Discussion Paper – RDP 2019-07.

¹² Банк России разработал модели DSGE для малой открытой экономики, с бюджетным и банковским секторами. Соответственно, каждая из моделей отвечает на определенные вопросы и служит определенным целям.

¹³ Прогнозирование и модельный аппарат Банка России: https://www.cbr.ru/dkp/system_p/

¹⁴ Национальный Банк Чехии, Центральный Банк Чили, Центральный Банк Польши и др.

используют только модели DSGE. Однако, так как разработка и внедрение моделей DSGE является трудоемким процессом, данным институтам потребовалось определенное время для перехода на модели DSGE. К примеру, Национальный Банк Чехии разработал внутреннюю модель DSGE (g3) к концу 2006 году, а полностью перешел на нее в прогнозной деятельности только в июле 2008 года. С января 2007 года прогнозная возможность модели g3 тестировалась для внутреннего анализа.¹⁵

Структура модели DSGE для малой открытой экономики

Казахстан является малой открытой экономикой, которая экспортирует сырье на мировой рынок. В частности, экспорт нефти занимает существенную долю общего экспорта страны.¹⁶ Удельный вес валовой добавленной стоимости нефтегазового сектора в ВВП, в среднем, составляет 21%.¹⁷ Налоговые доходы от экспорта нефти поступают в Национальный Фонд Республики Казахстан (НФПК), где аккумулируются для будущего поколения. В тоже время, для покрытия дефицита бюджета из НФПК выделяются гарантированные трансферты в республиканский бюджет. Соответственно, при построении модели DSGE для Казахстана наряду с общепринятыми характеристиками современной модели DSGE (присутствие номинальных и реальных жесткостей, гетерогенность домохозяйств и т. д.) должны учитываться и вышеупомянутые аспекты, присущие экономике Казахстана. Общая структура модели DSGE для Казахстана может выглядеть следующим образом.

Нефтефтяной сектор

Нефтефтяной сектор состоит из трех видов фирм: фирмы внутреннего рынка, импортирующие и экспортирующие. Фирмы внутреннего рынка, в свою очередь, состоят из упаковщика рабочей силы, производителей промежуточных товаров и производителей конечных товаров. Внедрение в модель упаковщика рабочей силы позволяет учесть дифференцированное предложение труда домохозяйствами. Производители промежуточных товаров производят дифференцированные товары, используя физический капитал и рабочую силу (продукт упаковщика рабочей силы), и оперируют в монополистической среде. Производитель конечных товаров объединяет промежуточные товары и производит однородный товар, который используется для потребления и инвестиций.

Наличие упаковщика рабочей силы и монополистических фирм позволяет учесть номинальные жесткости в заработных платах и ценах, соответственно. Производители промежуточных товаров с определенной вероятностью могут установить цены оптимально. В противном случае, данные производители индексируют цены на прошлую инфляцию и целевое

¹⁵ Andrlle et al. 2009. Implementing the New Structural Model of the Czech National Bank. Working Paper Series 2.

¹⁶ В среднем, за 2005-2023 годы доля экспорта нефти в общем экспорте составила 54-60%, а в некоторых периодах доля превышала 2/3. Источник: расчеты НБРК на основе данных БНС АСПР РК.

¹⁷ Данные за 2010-2023 годы. Источник: <https://stat.gov.kz/ru/industries/economy/national-accounts/dynamic-tables/>

значение инфляции. Такой же механизм предусмотрен и на рынке труда для заработных плат.

Импортирующие фирмы приобретают однородные товары на мировом рынке, дифференцируют их и продают на внутреннем рынке для потребления или инвестиций. Экпортирующие фирмы приобретают однородные товары на внутреннем рынке, дифференцируют их и продают на внешнем рынке. Импортирующие и экспортирующие производители наделены монопольной властью и могут устанавливать цены. Механизм установления цен идентичен процессу, с которым сталкиваются производители промежуточных товаров на внутреннем рынке.

Нефтяной сектор

В мировом производстве нефти Казахстан является периферийным производителем с незначительной долей на рынке. Средняя доля производства нефти в Казахстане в мировом производстве и потреблении составляет около 1,87%.¹⁸ Цена на нефть определяется на мировом рынке. Для удобства и упрощения модели допускается, что производство нефти определяется экзогенно и целиком экспортируется.

Домохозяйства

Домохозяйства потребляют товары и предлагают дифференцированную рабочую силу. Экономика состоит из двух типов домохозяйств, рикардианские и нерикардианские, которые отличаются степенью доступа к различным финансовым ресурсам. Рикардианские домохозяйства не ограничены в ликвидности и имеют доступ на финансовые рынки для сглаживания потребления. Также, потребление неограниченных домохозяйств склонно к формированию привычек и шокам предпочтений. Нерикардианские домохозяйства, в свою очередь, ограничены в ликвидности и не имеют доступа на финансовые рынки. Ограниченные домохозяйства потребляют все заработанные средства каждый период.

Потребительская корзина домохозяйств состоит из товаров, произведенных внутри страны, и импортированных товаров. Совокупное инвестиционное благо также дана как функция инвестиционных товаров, произведенных внутри страны и импортированных из-за рубежа.

Налогово-бюджетная политика

Доходы правительства формируются из налоговых сборов, выпуска ценных бумаг, и трансфертов из НФРК. Расходы правительства приходятся на потребление, процентные выплаты по ценным бумагам и трансферты домохозяйствам. В модели государственный долг к ВВП страны определяется экзогенно.

Динамика активов НФРК определяется поступлениями налоговых доходов от добычи нефти, процентных доходов от инвестиционной деятельности, и трансфертов в бюджет.

¹⁸ Данные за 2010-2023 годы. Источник: <https://www.eia.gov/>

Денежно-кредитная политика

Центральный банк проводит денежно-кредитную политику, используя номинальную процентную ставку. Денежно-кредитная политика основана на правиле Тэйлора и реагирует на инфляцию и разрыв выпуска.

Внешняя экономика

Внешняя экономика определяется моделью SVAR. Для определения внешней экономики можно использовать переменные внешней инфляции, роста ВВП, и процентных ставок. Аппроксимация внешней экономики может основываться либо на одной большой экономике (США), либо на средневзвешенном значении стран-торговых партнёров.

Заключение

В данной аналитической записке излагается необходимость построения внутренней модели DSGE для целей анализа политики в НБРК. Данная необходимость, во-первых, обусловлена подходящей для анализа политик структурой моделей DSGE, которые основаны на микроэкономической теории. Во-вторых, успешный опыт ведущих центральных банков и международных организаций в использовании моделей DSGE демонстрирует их полезность и значимость в системе анализа и прогнозирования. Также, в данной аналитической записке описывается первичная структура модели DSGE для малой открытой экономики, которая учитывает особенности экономики Казахстана наряду с общепринятыми характеристиками бизнес-циклов.

Однако, международный опыт также показывает некоторые вызовы в построении и внедрении моделей DSGE для целей анализа политики и прогнозирования. Во-первых, время построения и функционирование модели DSGE зависит от ресурсов организации. Достаточность человеческого капитала и ее постоянное развитие являются важными факторами. Во-вторых, подавляющее большинство центральных банков используют ряд моделей для целей прогнозирования и анализа политик. Полуструктурные модели до сих пор развиваются и используются в связи с концептуальной и эмпирической гибкостью данных моделей, что позволяет вводить различные альтернативные спецификации и дополнительные блоки, а также обеспечить отраслевую детализацию. Таким образом, планируемое внедрение DSGE в модельный аппарат НБРК будет дополнением к имеющимся методам анализа и прогнозирования и позволит усилить аналитический инструментарий при проведении денежно-кредитной политики.