

Институт экономической политики имени Е.Т. Гайдара

**Методологические подходы к прогнозированию нефтегазовых налоговых доходов
бюджетной системы Российской Федерации**
(Препринт научно-исследовательской работы)

**Москва
Институт Гайдара
2022**

Авторы: *Белев С.Г.*, к.э.н., зав. лабораторией бюджетной политики Института Гайдара; *Могучев Н.С.*, н.с. лаборатории бюджетной политики Института Гайдара; *Леонов Е.А.*, н.с. лаборатории бюджетной политики Института Гайдара; *Матвеев Е.О.*, м.н.с. лаборатории бюджетной политики Института Гайдара.

Представлены основные результаты научно-исследовательской работы по теме «Методологические подходы к прогнозированию нефтегазовых налоговых доходов бюджетной системы Российской Федерации». Цель данной работы состоит в выявлении подходов к прогнозированию нефтегазовых налоговых доходов и исследовании их применимости для Российской Федерации. Налоговое прогнозирование является неотъемлемой частью бюджетного планирования и в условиях наблюдаемой экономической нестабильности, вопрос точного прогнозирования нефтегазовых доходов встает особенно актуально. В рамках исследования были рассмотрены и систематизированы существующие методологические подходы к прогнозированию налоговых поступлений, в том числе выделены и описаны их основные недостатки и преимущества. Оптимальным методом прогнозирования является неструктурное моделирование с помощью BVAR – при определенных условиях точность таких прогнозов не уступает, а часто и превосходит структурные модели. При этом BVAR модели более гибкие, менее трудоемкие и лишены многих недостатков неструктурных моделей. Анализ международного опыта позволяет сделать вывод, что имеет место тенденция использования портфеля моделей для налогового прогнозирования. Апробация BVAR прогнозирования на российских данных показывает, что эффекты основных макропеременных на налоговые поступления и на прокси налоговой базы соответствуют теоретическим представлениям. Таким образом, макроэкономические показатели являются важным фактором прогнозирования налоговых поступлений, что подтверждается и анализом чувствительности официальных прогнозов. Однако для повышения точности прогноза следует использовать структурные ограничения на модель, для чего стоит попутно рассматривать DSGE-модель с фискальным сектором.

JEL-коды: H57, D73, D44

Methodological approaches to forecasting non-oil and non-gas tax revenues of the budget system of the Russian Federation

This article presents the main results of research on the topic of Methodological approaches to forecasting non-oil and non-gas tax revenues of the budget system of the Russian Federation. This article aims to identify approaches to forecasting non-oil and non-gas tax revenues and to study their applicability for the Russian Federation. Tax forecasting is a vital part of budget planning, and in the case of the current economic instability, the problem of precise forecasting of non-oil and non-gas revenues is of particular relevance. In this research, the existing methodological approaches to forecasting tax revenues were reviewed and systematized, their main disadvantages and advantages were identified and analyzed. The optimal forecasting method is non-structural modeling using BVAR - under certain conditions, the accuracy of such forecasts is higher than using structural models. At the same time, BVAR models are more flexible, less time-consuming and lack many of the disadvantages of non-structural models. An analysis of foreign experience shows that there is a tendency to use a portfolio of models for tax forecasting. Approbation of BVAR forecasting on Russian data shows that the effects of the main macro variables on tax revenues and on the proxies of the tax base are consistent with theoretical concepts. Thus, macroeconomic indicators are important factors in forecasting tax revenues, which is also confirmed by the sensitivity analysis of official forecasts. However, to improve the accuracy of the forecast, structural restrictions on the model should be imposed, so is worth considering the DSGE model with the fiscal sector along the way.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Изучение методологических подходов к налоговому прогнозированию.....	6
1.1. Налоговое прогнозирование на основе макроэкономического моделирования	6
1.2. Неструктурные модели прогнозирования налоговых поступлений.	20
2. Обобщение международного опыта налогового прогнозирования.....	29
3. Анализ чувствительности официальных прогнозов поступлений основных ненефтегазовых доходов к показателям макроэкономического прогноза в Российской Федерации.	34
4. Построение налогового калькулятора для основных ненефтегазовых доходов в Российской Федерации.	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	57

ВВЕДЕНИЕ

В 2022 г. Российская Федерация оказалась перед лицом беспрецедентного санкционного давления. В этих условиях встал вопрос о наличии финансовых ресурсов для исполнения расходных обязательств бюджетной системы. В связи с этим неудивительно, что налоговое прогнозирование является неотъемлемой частью бюджетного планирования. В частности, в рамках действующего бюджетного правила прогнозное значение нефтегазовых доходов используется как компонента потолка расходов федерального бюджета на трехлетний период. По этой причине актуализируется вопрос с построением прогноза налоговых поступлений по основным нефтегазовым доходам не только федерального бюджета, но и бюджетной системы Российской Федерации в целом.

Цель данного исследования состоит в выявлении подходов к прогнозированию нефтегазовых налоговых доходов.

Задачи данного исследования:

- обзор существующих методологических подходов к прогнозированию налоговых поступлений;
- обобщение международного опыта налогового прогнозирования;
- анализ чувствительности официальных прогнозов поступлений по основным нефтегазовым доходам федерального бюджета;
- разработка налогового калькулятора для основных нефтегазовых доходов бюджетной системы Российской Федерации.

Методы и методология исследования: гипотетико-дедуктивный метод, методы группировки и сравнения, анализ международного и российского опыта, эконометрический и статистический анализ, кейс-методы.

Основные результаты данного исследования:

- проведен обзор существующих методологических подходов к прогнозированию налоговых поступлений;
- описаны основные недостатки и преимущества различных методов прогнозирования;
- сделан обзор международного опыта налогового прогнозирования;
- проведен анализ чувствительности официальных прогнозов налоговых поступлений в России к изменению основных макроэкономических переменных;
- построены модели прогнозирования налоговых поступлений для российской экономики.

1. Изучение методологических подходов к налоговому прогнозированию

Налоговое прогнозирование является актуальной и нетривиальной задачей для финансовых ведомств многих государств. Нередко случается, что параметры доходной части бюджета оказываются недооцененными или, что хуже переоцененными. Эти несоответствия приводят к необходимости корректировок в реальном времени, которые, в свою очередь, могут вносить дисбалансы в экономику. В связи с этим регуляторы и исследовательские институты разных стран развивают методы и инструменты налогового прогнозирования. Если опираться на обзоры опыта разных стран и отчеты регуляторов, то по состоянию на сегодняшний день можно выделить пять подходов к налоговому прогнозированию или четыре группы моделей [1; 2]:

- 1) макроэкономические модели общего равновесия, включающие DSGE-модели и их модификации (как, например, DSGE-OLG);
- 2) полуструктурные модели, в рамках которых техническая работа ведется на базе моделей временных рядов, но структура этих моделей порождена преобразованиями моделей общего равновесия (DSGE-VAR, DSGE-BVAR);
- 3) неструктурные модели на базе временных рядов, которых большое множество – от простых AR-моделей до комплексных BVAR с различными расширениями;
- 4) микросимуляционные и отраслевые модели (на агрегированных и микроданных);
- 5) вспомогательные модели прогнозирования отдельных эффектов (модели собираемости, модели теневого рынка и нелегальной торговли), где начинают применяться современные методы машинного обучения.

В этом разделе сначала рассмотрим практику работы с моделями макроэкономического равновесия, а затем проанализируем методологические аспекты построения неструктурных моделей.

1.1. Налоговое прогнозирование на основе макроэкономического моделирования

В рамках макроэкономических моделей общего равновесия (преимущественно DSGE) можно выделить два аспекта:

- конструкция самой модели, в контексте данного исследования это означает то, как фискальные параметры и переменные входят в основные блоки модели;
- методика задания параметров: традиционная калибровка, фриквентистское оценивание, байесовское оценивание.

При этом часто оказывается, что структура модели и оценивание являются сторонами одной медали.

Традиционное рассмотрение государственного блока предполагает долгосрочный анализ, посвященный устойчивости бюджета в условиях необходимости организации пенсионного обеспечения и длительных проектов. Здесь традиционным стал подход использования вычислимых моделей равновесия на основе перекрывающихся поколений. Но в рамках налогового прогнозирования такие модели применяются редко. Поэтому стоит уделить внимание моделям более широкого спектра.

Однако прежде всего стоит сказать, что прогнозирование налогов предполагает прогнозирование базы и собираемости. В части собираемости возникают как эффекты уклонения, так и эффекты, создаваемые преференциями, которые в рамках агрегированного анализа сложно учесть. Поэтому при моделировании на макроуровне отдельной задачей является корректный расчет эффективных ставок, который в данной работе мы вынесем за скобки.

Если говорить о налоге на прибыль, то он традиционно является одной из проблемных величин в рамках моделирования и прогнозирования в связи не только с проциклическостью, но и с более высокой чувствительностью к многообразным шокам экономики. Включение этого налога в модели общего равновесия происходит через модификацию целевого функционала фирм. В качестве примера можно привести конструкцию, предложенную в работе С. Салгадо [3]. Особенностью работы является предположение о гетерогенности фирм. Автора интересует влияние налога на прибыль через призму гетерогенности.

В каждый момент времени каждая фирма i характеризуется следующими величинами:

- запас капитала K_t ;
- независимо распределенный на пространстве фирм идиосинкратический шок $\xi \in [0, B]$, значение которого определяется распределением $G(\xi)$, являющимся постоянным во времени на пространстве фирм и отражающим издержки корректировки капитала (издержки на установку и ввод капитала). Параметр B является верхней гранью для распределения значений инвестиционных издержек $G(\xi)$.

Каждая фирма после выбора объема производства принимает решение о том, стоит ли дополнительно инвестировать для достижения некоторого нового уровня запаса капитала K_t' или же нет, но в этом случае капитал будет сокращаться в результате амортизации с нормой δ .

Кроме того, на деятельность фирм оказывает влияние общее состояние экономики, определяемое вектором (z, μ) , где μ отражает распределение капитала между фирмами на

пространстве K . Это распределение изменяется во времени $\mu' = F(z, \mu)$ и зависит от шоков совокупной производительности, но конкретный закон здесь пока не важен.

Таким образом, каждой i фирме, имеющей запас капитала K_t , характеризующейся в данный момент конкретной величиной инсталляционных издержек ξ и находящейся в состоянии макроэкономических условий (z, μ) , можно поставить в соответствие ее ожидаемую дисконтированную стоимость $v^i(K_t, \xi_t, z_t, \mu_t)$, т.е. это по определению та стоимость компании, которая возникает в условиях оптимального или условно-оптимального выбора (последнее предполагает фиксацию некоторой переменной, что можно трактовать как конкретный режим работы фирмы). Следовательно, для всего сектора фирм ожидаемая дисконтированная стоимость будет величиной, взвешенной по инсталляционным издержкам (1):

$$v^e(K_t; z_t, \mu_t) = \int_0^B v^i(K_t, \xi_t; z_t, \mu_t) G(d\xi) \quad (1)$$

Пусть все фирмы платят налог на прибыль по ставке τ_{CIT} , которая не меняется во времени. Тогда можно рассмотреть оптимизационную задачу, которая в данной модели, по сути, является двухэтапной. На первом этапе происходит выбор оптимального объема труда (2):

$$\begin{aligned} \max_L \left[(1 - \tau_{CIT}) (z_t K_t^\alpha L_t^\beta - w(z_t, \mu_t) L_t) + (1 - \delta) K_t + \delta \tau_{CIT} K_t \right] + \\ + \max [v_{Inv}^e(z_t, \mu_t) + v_{NonInv}^e(K_t; z_t, \mu_t)] = v^i(K_t, \xi_t; z_t, \mu_t) \end{aligned} \quad (2)$$

где $v_{Inv}^e(z_t, \mu_t)$ и $v_{NonInv}^e(K_t; z_t, \mu_t)$ – стоимость компании в следующем периоде в условиях, когда она решает осуществлять инвестиции в текущем периоде (Inv) или не осуществлять их ($NonInv$), т.е. это два режима работы в текущем периоде.

Поскольку основная предпосылка данной модели предполагает убывающую отдачу от масштаба, наращивание капитала (производственных мощностей) априори является неоптимальным решением. Таким образом, на втором этапе фирма, по сути, принимает решение о том, поддерживать или нет текущий уровень капитала, компенсируя амортизацию. Но объем инвестиций в этом случае должен определенным образом превосходить амортизируемый объем ввиду корректирующих издержек. Переходя к обозначениям в терминах рекурсивных конструкций ($x_t = x, x_{t+1} = x'$), стоимость компаний в следующем периоде в каждом из режимов можно определить соотношениями (3) и (4):

$$v_{Inv}^e(z, \mu) = -\xi w(z, \mu) + \max_{K'}(-\gamma K' + E_{z'|z} d_{z'}(z, \mu) v^e(K; z, \mu)) \quad (3)$$

и

$$v_{NonInv}^e(K_t; z_t, \mu_t) = -(1 - \delta)K + E_{z'|z} d_{z'}(z, \mu) v^e\left(\frac{(1 - \delta)}{\gamma} K; z, \mu\right), \quad (4)$$

где γ – темп роста научно-технического прогресса, который увеличивает совокупную факторную производительность. Его влияние имеет также обратный эффект в том смысле, что фирмы, которые не восстанавливают капитал, не приобщаются к научно-техническому прогрессу, в результате их относительная производительность падает по сравнению с инвестирующими фирмами (формально это выражается в необходимости дополнительной коррекции $[1 - \delta]K/\gamma$).

Сектор домохозяйств описывается стандартно: мгновенная полезность положительно зависит от потребления и отрицательно – от труда.

Авторы проводят калибровку на основе серии работ, не прибегая к эконометрическому оцениванию.

Представленная конструкция модели в рамках численных симуляций приводит к следующим результатам в части циклических свойств экономики:

- налог на прибыль приводит к вытеснению инвестиций, поскольку снижает стоимость фирмы во все периоды (этот вывод является традиционным в моделировании инвестиций);

- гранулярность и корректирующие издержки осуществления инвестиций имеют значение: налог на прибыль неодинаково влияет на поведение разных фирм. Так, фирмам с большим капиталом требуется больше инвестиций для компенсации амортизации, что в условиях корректирующих издержек требует больше ресурсов. При этом эти издержки не равны между фирмами, которые одновременно испытывают шоки производительности. В результате при одной и той же ставке налога на прибыль при негативном шоке у одной фирмы может снижаться прибыль до такой степени, что ей становится невыгодно нести инсталляционные издержки, так что она перестает инвестировать, соглашаясь с уменьшением запаса капитала, а у другой фирмы инсталляционные издержки могут быть не так велики, и она при тех же условиях продолжает инвестировать.

Таким образом, в этой модели денежный поток, представляющий собой базу налога на прибыль, зависит не только от распределения инсталляционных затрат и шоков производительности, но и от предыдущей налоговой политики, так как мы видим, что

соотношение ставки и корректирующих издержек влияет на принятие инвестиционных решений и, следовательно, на будущий выпуск.

Выше мы отмечали, что традиционно налоги на потребление и труд рассматриваются на длительном горизонте на базе моделей перекрывающихся поколений. Тем не менее традиционные DSGE-модели никуда не пропадают и также применимы для краткосрочных и среднесрочных прогнозов. Хорошим примером является DSGE-модель для экономики Чехии разработки Министерства финансов [4]. Рассмотрим подробнее, как в этой работе предлагается моделировать налоги и государственный сектор. В этой модели рассматривается три вида налогов: налог на потребление, налог на зарплату (подходный) и налог на прибыль. Все налоги учитываются в рамках формализации бюджетного ограничения домохозяйства. В модели рассматриваются два типа домохозяйств: рикардианские и нерикардианские. Бюджетные ограничения для каждого типа представлены балансовыми уравнениями (5) и (6) соответственно:

$$\begin{aligned}
 A_t + S_t A_t^* + (1 + \tau_t^c) P_t C_t^R &= \\
 &= (1 + i_{t-1}) A_{t-1} + (1 + i_{t-1}^* + \eta_{t-1}^*) S_t A_{t-1}^* + (1 - \tau_t^w + \tau_t^b) W_t N_t^R + \\
 &+ (1 - \tau_t^f) \Pi_t
 \end{aligned} \tag{5}$$

и

$$(1 + \tau_t^c) P_t C_t^{NR} = (1 - \tau_t^w + \tau_t^b) W_t N_t^{NR} \tag{6}$$

где A_t – чистые внутренние активы; A_t^* – чистые зарубежные активы; S_t – номинальный обменный курс; i_t – внутренняя процентная ставка; i_t^* – зарубежная процентная ставка; η_t^* – премия за риск по зарубежным активам; C_t^R и C_t^{NR} – потребление рикардианского и нерикардианского домохозяйства соответственно; P_t – индекс потребительских цен; W_t – номинальная заработная плата; N_t^R и N_t^{NR} – индивидуальное предложение труда рикардианских и нерикардианских домохозяйств соответственно; Π_t – агрегированная прибыль фирм; τ_t^c – ставка налога на потребление (налог с продаж, НДС, акцизы); τ_t^w – ставка налога на труд (подходный налог); τ_t^b – ставка (удельный уровень) социальных трансфертов; τ_t^f – ставка налога на прибыль.

Доходы бюджета определяются соотношением (7):

$$GR_t = PIT_t + CIT_t + VAT_t + EXCISE_t = \tau_t^w W_t L_t + \tau_t^f \Pi_t + \tau_t^c P_t C_t \tag{7}$$

где GR_t – совокупные государственные (налоговые) доходы; PIT_t – поступления от подоходного налога, формирующиеся путем применения ставки подоходного налога к номинальной зарплате; CIT_t – поступления от налога на прибыль; VAT_t – поступления по налогу на добавленную стоимость; $EXCISE_t$ – поступления от акцизов. В данной модели НДС и акцизы объединены, так что $T_t^C = VAT_t + EXCISE_t = \tau_t^C P_t C_t$, где T_t^C – совокупные поступления от налогов на потребление.

В модели рассматриваются два вида государственных расходов: собственно расходы государства (потребление госсектора) и трансферты домохозяйствам (социальная помощь), обозначаемые G_t и G_t^S . Таким образом, имеет место следующее равенство (8):

$$GE_t = G_t + G_t^S = G_t + \tau_t^b W_t L_t, \quad (8)$$

где GE_t – совокупные государственные расходы. Заметим, что трансферты домохозяйствам привязаны одновременно и к уровню заработной платы, и к объему труда, что, вообще говоря, может вносить неоднозначность.

Баланс государственного бюджета определяется соотношением (9):

$$D_t = GE_t - GR_t, \quad (9)$$

где D_t – дефицит бюджета. Соответственно, государственный долг B_t удовлетворяет следующему правилу:

$$B_t = D_t + (1 + i_{t-1})B_{t-1}, \quad (10)$$

Бюджетное правило в данной модели базируется на расходах и предполагает нулевой уровень бюджетного дефицита в состоянии равновесия, т.е. дефицит или профицит может возникать в ходе движения экономики к равновесию. Формально бюджетное правило задается следующим соотношением (11):

$$\frac{G_t}{P_t} = (1 - \varphi_g) \frac{\bar{G}_{t-1}}{P_{t-1}} - \varphi_g \frac{G_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (11)$$

где \bar{G}_t – равновесный уровень государственных расходов, а φ_g – скорость конвергенции к равновесному состоянию.

В работе приводятся импульсные отклики в ответ на изменение налогов на потребление и налогов на труд, а также импульсные отклики на изменение удельного уровня социальных трансфертов. Однако аналогичным образом можно построить импульсные отклики на монетарные шоки, которые покажут влияние уже на фискальные компоненты. Но важно отметить, что выбор бюджетного правила в модели может влиять на результаты равновесия, для целей налогового прогнозирования требуется следовать не «правильному» с точки зрения оптимизации бюджетному правилу, а реально существующему, кроме того, оно может быть усложнено требованиями согласования с монетарной политикой. Иными словами, нужно свести к минимуму ошибку, которая генерируется некорректной структурой модели. В частности, в приведенной выше работе бюджетное правило задается упрощенно с использованием экзогенной заданной скорости конвергенции. Такая конструкция бюджетного правила не учитывает, например, влияние налоговых доходов от сырьевого сектора в ресурсообеспеченных странах.

В приведенной работе можно заметить использование простого способа учета гетерогенности, но уже на уровне домохозяйств, а не фирм, путем деления на рикардянские и нерикардянские. Учет гетерогенности позволяет не только более точно прогнозировать налоги, но и видеть структуру налоговой базы, в частности, то, кто является в наибольшей степени налогоплательщиком.

Более сложный способ учета гетерогенности предложен в статье R. Ambriško [5], где домохозяйства делятся не только по типу отношения к сбережениям на оптимизирующие и спонтанные (то же, что рикандианские и нерикардянские), но и по типу труда – в частности, на работающих и безработных. Такая структура позволяет гораздо точнее отражать действительность в условиях циклов, в частности, влияние динамику деловой активности на налоги и их базу. Кроме того, потребление домохозяйств включает их объединение, которое происходит с помощью агрегата с постоянной эластичностью замещения. Таким образом, государственные расходы учитываются в функции полезности домохозяйств.

Сам государственный сектор представлен более объемно по сравнению с предыдущей работой. Так, государственные расходы включают не только государственное потребление, но и государственные инвестиции, проценты по госдолгу, социальные трансферты, в рамках которых выделено две группы: пособия по безработице и остальные виды социальной помощи. Структура доходов не включает налог на прибыль, однако более подробно рассматриваются налоги на труд с разделением подоходного налога и страховых взносов. Кроме того, государство получает доходы от налогов на потребление, налогов на капитал и аккордных налогов.

Автор предлагает три варианта для бюджетного правила, которые могут быть применены в зависимости от того, какой именно инструмент бюджетно-налоговой политики (12), (13), (14):

$$\frac{G_t}{\bar{G}} = \left(\frac{G_{t-1}}{\bar{G}}\right)^{\rho_g} \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}}\right)^{-\varphi_{yg}} \left(\frac{b_t}{\bar{b}}\right)^{-\varphi_{bg}} \exp(\varepsilon_t^g) \quad (12)$$

$$\frac{\tau_t^{UB}}{\bar{\tau}^{UB}} = \left(\frac{\tau_{t-1}^{UB}}{\bar{\tau}^{UB}}\right)^{\rho_{ub}} \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}}\right)^{-\varphi_{yub}} \left(\frac{b_t}{\bar{b}}\right)^{-\varphi_{bub}} \left(\frac{u_t}{\bar{u}}\right)^{-\varphi_u} \exp(\varepsilon_t^{ub}), \quad (13)$$

$$\frac{\tau_t^C}{\bar{\tau}^C} = \left(\frac{\tau_{t-1}^{UB}}{\bar{\tau}^{UB}}\right)^{\rho_{tc}} \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}}\right)^{\varphi_{ytc}} \left(\frac{b_t}{\bar{b}}\right)^{\varphi_{btc}} \exp(\varepsilon_t^{tc}), \quad (14)$$

где ρ_j – коэффициенты авторегрессии; параметры φ_{yi} , φ_{bi} , φ_u – эластичности выбранного инструмента по отклонению выпуска, долга и уровня безработицы от равновесных уровней; ε_t^n – нормально распределенные инновации.

Работа посвящена фискальной девальвации в части замещения прямых налогов косвенными и показывает, что для чешской экономики на момент публикации указанная политика способствовала стимулированию экономического роста. Исходя из того что на практике налоговое законодательство меняется достаточно часто, особенно с учетом влияния налоговых расходов на эффективную ставку, модель с представленной структурой, безусловно, является эффективным инструментом, как минимум, для корректировки прогнозов.

Инструментарий DSGE-моделей позволяет учитывать и влияние государственной политики и макроэкономических условий на теневой сектор, что часто является критичным аспектом для точности налогового прогнозирования. Здесь в качестве примера можно привести работу [6]. В данной работе рассматриваются два сектора экономики: официальный и теневой. При этом акцент делается на товарах и услугах, облагаемых НДС и акцизами, с учетом того что эти налоги традиционно страдают от проблемы уклонения. Так, ряд работ непосредственно посвящен проблеме собираемости с выявлением возможных источников ее повышения, в частности путем формирования ИТ-систем.

Итак, модель рассматривает решения трех типов агентов: домохозяйств, фирм и государства. Для анализа теневого сегмента авторы применяют модифицированную функцию полезности домохозяйств, где учитываются оба типа товаров. Со стороны государства рассматривается широкий спектр инструментов: налог на прибыль организаций, взимаемый по ставке τ_t^f , налог на дивиденды со ставкой τ_t^d , налог на доходы физических лиц τ_t^h , социальные отчисления τ_t^s , акцизы τ_t^c , а также штрафы a_t^c , которые

государство налагает при выявлении незаконной деятельности. Штрафы выступают как дополнительная надбавка к тем налоговым обязательствам, которые выявленные на нарушениях агенты обязаны компенсировать в бюджет.

Предприятия и домохозяйства осуществляют деятельность в двух сегментах: легальном и теневом. Кроме того, для выделения подакцизных товаров выделяется еще два подсегмента: обычные и подакцизные товары. Каждая компания i , работая в официальном секторе экономики, для производства товаров в каждом из подсегментов использует труд $h_{i,t}^o = h_{i,t}^{o1} + h_{i,t}^{o2}$ и капитал $k_{i,t}^o = k_{i,t}^{o1} + k_{i,t}^{o2}$. Производство же осуществляется в соответствии с функцией Кобба – Дугласа (15):

$$y_{i,t}^{o1} = A_t^1 (\Gamma_t h_{i,t}^{o1})^{\alpha^{o1}} (k_{i,t}^{o1})^{1-\alpha^{o1}}, y_{i,t}^{o2} = A_t^2 (\Gamma_t h_{i,t}^{o2})^{\alpha^{o2}} (k_{i,t}^{o2})^{1-\alpha^{o2}}, \quad (15)$$

где A_t^1 и A_t^2 – шоки совокупной факторной производительности; Γ_t – уровень производительности труда, изменяющейся экзогенным темпом, так что $\Gamma_t = \gamma \Gamma_{t-1}$; $\gamma > 1$. В рамках теневой деятельности производственные функции имеют такой же вид экономики, но с другими шоками совокупной факторной производительности B_t^1 и B_t^2 .

Все ставки налогов являются стохастическими и находятся в обратном отношении к воспринимаемому уровню коррупции. Это можно интерпретировать двояко. С одной стороны, повышение ставок стимулирует уклонение, а с другой – чем выше уровень уклонения и воспринимаемой коррупции, тем сильнее тенденция государства повысить налоги для компенсации потерь от теневого сектора. Пусть уровень воспринимаемой коррупции – CP_t . Тогда влияние на налог на прибыль, налог на дивиденды и на налоги на труд будет определено с помощью следующих соотношений (16)–(21) соответственно:

$$CP_t^f = cp^f CP_t \quad (16)$$

$$CP_t^d = cp^d CP_t, \quad (17)$$

$$CP_t^v = cp^v CP_t. \quad (18)$$

$$CP_t^c = cp^c CP_t. \quad (19)$$

$$CP_t^h = cp^h CP_t. \quad (20)$$

$$CP_t^s = cp^s CP_t, \quad (21)$$

где параметры трансформации cp^f , cp^d , cp^v , cp^c , cp^h и cp^s отражают ту степень, в которой *налоговые ставки* на прибыль, дивиденды, НДС, акцизы, на доходы и взносы социального страхования *прямо пропорциональны уровню восприятия коррупции*.

Поскольку государство предпринимает усилия по снижению объемов теневой деятельности, в каждом из подсегментов (обычные и подакцизные товары) возможна ситуация, что незаконная деятельность агентов будет обнаружена с вероятностью $\pi_t^1 \in (0,1)$ и $\pi_t^2 \in (0,1)$ соответственно. При обнаружении агент уплачивает налог и надбавку, соответствующую ставкам (22):

$$a^f > 1, a^v > 1, a^c > 1 \quad (22)$$

для налога на прибыль, НДС и акцизов соответственно.

Рынки труда и капитала совершенно конкурентны. За капитал фирмы платят цену, соответствующую рентным ставкам r_t^o и r_t^u в официальном и теневом сегментах соответственно. Аналогично обстоит дело с зарплатами: фирмы платят зарплату w_t^o в официальном сегменте и w_t^u в неофициальном сегменте. При этом издержки на труд в официальном секторе предполагают увеличение зарплаты на ставку социального страхования τ_t^s .

Динамика капитала определяется достаточно стандартным образом (23):

$$k_{t+1} = \xi_t^I I_t + (1 - \delta_k) k_t, \quad (23)$$

где ξ_t^I – шок эффективности внедрения инвестиций I_t ; δ_k – норма выбытия физического капитала, а $k_t = k_t^o + k_t^u$.

Фирмы решают задачу максимизации ожидаемой прибыли с учетом вероятности быть выявленными государством.

Функция полезности домохозяйства учитывает потребление всех групп благ – официальных и теневых, обычных и подакцизных, неудобства взаимодействия с теневым сектором, а также труд в каждом из секторов.

Общее потребление выражается композитным товаром по всем сегментам на основе агрегата с постоянной эластичностью замещения.

Капитал, используемый фирмами, принадлежит домохозяйствам. Объем теневого сектора выражается суммой $se_t = w_t^u h_t^u + r_t^u k_t^u$, а объем теневого рынка – соответственно суммой $sm_t = C_t^{u1} P_t^{u1} + C_t^{u2} P_t^{u2}$ (se – shadow economy, sm – shadow market).

Государственный сектор в модели не предполагает наличия бюджетного дефицита, осуществления заимствований, поэтому описывается простым балансовым уравнением.

В результате численных симуляций, проведенных после калибровки и решения модели, авторам удалось показать, что шоки в восприятии коррупции при слабости

противодействующих институтов (что выражается высоким коэффициентом авторегрессии) заметно переводят деятельность экономики в теневой сектор. Одновременно растет запас капитала в теневом секторе, что приводит к искажениям инвестиционной среды. В результате этого возникают выпадающие доходы бюджета и, следовательно, сокращение доходов.

В данной модели предполагаются гибкость заработных плат, а также совершенная мобильность труда и капитала. Однако если включить в модель монетарный сектор, жесткости цен и заработных плат, ограничения на мобильность ресурсов, а также учесть доступ к финансированию, то окажется, что негативные макроэкономические шоки оказывают на агентов такое же влияние, как и повышение налогов: на фирмы – через снижение прибыли, а на домохозяйства – через повышение уровня цен и снижение реальных доходов. Например, монетарные шоки могут оказывать двойной эффект: как напрямую на налоги через налоговую базу, так и косвенно через отклик нелегального сегмента. Таким образом, учет нелегального сегмента динамики базы позволяет получать более точные прогнозы

Кроме того, стоит отметить, что в полезности домохозяйств не рассматривается сектор общественных благ, ресурсы просто изымаются государством из экономики, что может приводить к завышению объемов нелегального сегмента. Учет в полезности общественных благ может приводить на модельном уровне к снижению стимулов к нелегальной деятельности (это направление для расширения модели).

Еще одной важной опцией DSGE-инструментария является возможность учета налоговой конкуренции между юрисдикциями. Это особенно актуально для налогового прогнозирования доходов бюджета стран, участвующих в союзах с открытыми границами, со свободным или упрощенным передвижением товаров, рабочей силы и капитала. Сегодня в мире можно выделить три союза с такими характеристиками: ЕС, МЕРКОСУР и ЕАЭС. Элементы налоговой конкуренции стали объектом внимания еще на раннем этапе существования ЕС, что актуализировало проблему налоговой гармонизации между юрисдикциями. В общем случае можно сказать, что доходы бюджета зависят не только от экономической динамики рассматриваемой юрисдикции, но и от налоговой политики ее союзников, их экономической динамики, и относительного изменения качества институтов между юрисдикциями. Для России этот вопрос важен в связи с включенностью в ЕАЭС.

Хорошим примером модели, учитывающей налоговую конкуренцию внутри союзов с открытыми границами, является DSGE-модель, предложенная в работе К. Кейшнига и соавторов [7]. Причем в этой модели сразу рассматриваются обе стороны государственной политики – и налоговая, и бюджетная. Модель предполагает взаимодействие двух стран А

и *B*. При этом корпоративный сектор представлен транснациональными компаниями, осуществляющими деятельность сразу в обеих странах. Государство взимает налоги только с корпораций и тратит их на создание или на государственное потребление (зарплаты служащим и госуслуги) либо на создание общественных благ, имеющих физическое воплощение, при этом для последнего необходимо осуществлять государственные инвестиции.

Постановка задачи домохозяйства в этой модели является достаточно редкой. Домохозяйства получают полезность не только от потребления частных благ и госуслуг, но и от объема общественного капитала, формирующегося за счет государственных инвестиций. К такому капиталу можно отнести в основном инфраструктуру, которая, однако, может быть разнообразной – от дорог и общественного транспорта до системы электроснабжения, водоотведения и водоочистки, а также переработки мусора.

Сектор фирм в этой модели связан государствами через общественный капитал. Производственная функция транснациональных компаний имеет следующий вид (24):

$$y_t^i = F_t^i(k_t^i, P_t^i, n_t^i) = (k_t^i)^\alpha (PC_t^i)^\theta (n_t^i)^{1-\alpha-\theta}, \quad (24)$$

где n_t^i – объем труда, немобильного между странами; k_t^i – запас капитала в стране i , который, однако, совершенно мобилен между юрисдикциями. Важно, что производство компаний осуществляется при использовании общественного капитала PC_t^i , объем которого для фирм является заданным. Факторные эластичности не различаются между странами, что в данной модели сделано для упрощения.

С учетом того что государства взимают налог на прибыль у источника, функция прибыли корпораций выглядит следующим образом (25):

$$Pr_t^{tot} = (1 - \tau_t^A)DPr_t^A + (1 - \tau_t^B)DPr_t^B - r_t(k_t^A + k_t^B) - \psi(S_t), \quad (25)$$

где τ_t^A и τ_t^B – ставки налога на прибыль в каждой из стран; r_t – номинальная процентная ставка, единая для государств (уравновешиваемая на всем пространстве экономического союза ввиду совершенной мобильности капитала); DPr_t^A и DPr_t^B – декларируемые объемы прибыли в каждой из стран, которые определяются следующими соотношениями:

$$DPr_t^A = F_t^A(k_t^A, PC_t^A, n_t^A) - w_t^A n_t^A - \delta k_t^A - S_t, \quad (26)$$

$$DPr_t^B = F_t^B(k_t^B, PC_t^B, n_t^B) - w_t^B n_t^B - \delta k_t^B + S_t. \quad (27)$$

Корпорации имеют возможность осуществлять политику налоговой оптимизации, что выражается в способности переноса части налоговой базы (то, что в литературе обозначается как *profit shifting* – *перемещение прибыли, трансфертный перенос прибыли*) из одной юрисдикции в другую в размере S_t . Однако это перемещение прибыли требует затрат (включая транзакционные издержки), поэтому в уравнение чистой прибыли (25) включается корректирующая функция $\psi(S_t)$, имеющая следующие свойства: $\psi(0) = 0, \psi'_S(S_t) > 0, \psi''_{SS}(S_t) > 0$ (т.е. эти затраты растут ускоренным темпом), и чаще всего используется квадратичный вид этой функции: $\psi(S_t) = \sigma \cdot (S_t)^2$.

Это одна из немногих моделей, где в рамках государственного сектора, помимо следования заранее выбранному (регламентированному) бюджетному правилу, государство решает задачу оптимизации. Целевой функционал при этом имеет следующий вид (28):

$$V(PC_t^i, g_t^i) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\xi g_t^i + \gamma PC_t^i), \quad (28)$$

Как можно видеть, мгновенная полезность каждого из государств идентична части мгновенной полезности домохозяйства вплоть до весовых параметров. Таким образом, цель государства состоит в максимизации той части полезности домохозяйств, которая относится к совокупным общественным расходам. Бюджет каждой из стран получает доходы от налога на физических лиц и налога на прибыль. При этом поступления по налогу на прибыль рассчитываются исходя из налоговой базы, которая определяется объемом декларируемой прибыли. Таким образом, бюджетное ограничение каждого из государств описывается следующим уравнением (29):

$$g_t^i + PC_t^i = x + GR_t^i(PC_t^i, \tau_t^i, \tau_t^j), \quad (29)$$

где GR_t^i – доходы от налога на прибыль с учетом налоговой оптимизации корпораций, определяемой исходя из оптимального с точки зрения фирм объема декларируемой прибыли, т.е. с учетом условий оптимальности для задачи фирм (30):

$$GR_t^i(PC_t^i, \tau_t^i, \tau_t^j) = \tau_t^i DPr_t^i = \tau_t^i [F_t^i(k_t^{i*}, PC_t^i, n_t^{i*}) - w_t^{i*} n_t^{i*} - \delta k_t^{i*} \pm S_t^*]. \quad (30)$$

Однако есть еще одно ограничение для этой задачи (31):

$$PC_t^i = (1 - \delta_p)PC_t^i + PI_t^i, \quad (31)$$

где δ_p – норма выбытия общественного капитала; PI_t^i – объем государственных инвестиций в общественный капитал.

Можно заметить, что имеет место взаимная реакция (игра с двумя игроками): фирмы выбирают объем капитала, труда и степень перемещения прибыли исходя из уровня налоговой ставки в каждой юрисдикции и запаса общественного капитала, в свою очередь, все это влияет на декларируемую и чистую прибыль корпораций, т.е. на налоговую базу. Одновременно каждое государство выбирает налоговую ставку исходя из налоговой ставки в другом государстве, а также объем госрасходов и инвестиций в общественный капитал, чтобы, с одной стороны, увеличить полезность домохозяйств, а с другой – повысить налоговую базу, так как общественные расходы входят в производственную функцию. Таким образом, мы видим явную связь бюджетной и налоговой политик. При этом государства не консультируются друг с другом в части гармонизации ставок. Решая задачу государства относительно ставок, мы получаем функции реакции (32):

$$\begin{cases} \frac{\tau_t^A}{\sigma} = \frac{\tau_t^A}{2\sigma} + \frac{\partial GR_t^{A*}(\tau_t^A, P_t^A)}{\partial \tau_t^A} \\ \frac{\tau_t^B}{\sigma} = \frac{\tau_t^B}{2\sigma} + \frac{\partial GR_t^{B*}(\tau_t^B, P_t^B)}{\partial \tau_t^B} \end{cases} \quad (32)$$

Используя решение задачи фирмы по максимизации прибыли совместно с решением по аллокации капитала между юрисдикциями, можно получить явное выражение для функции доходов бюджета в каждой стране (33):

$$GR_t^i(\tau_t^i, k_t^i, PC_t^i) = \tau_t^i \left[(\alpha - \theta)(P_t^A)^{\frac{\theta}{1-\alpha}} \left[\frac{\alpha(1-\tau_t^i)}{r_t + \delta_p(1-\tau_t^i)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta(P_t^A)^{\frac{\theta}{1-\alpha}} \left[\frac{\alpha(1-\tau_t^i)}{r_t + \delta_p(1-\tau_t^i)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \right]. \quad (33)$$

Учитывая линии реакции, можно получить равновесное значение налоговых ставок в обоих государствах, которое будет определять стационарное состояние модели.

Численные симуляции показывают, что повышение налоговых ставок, например в результате роста издержек на перемещение прибыли, приводит к снижению

государственных инвестиций, тогда как госрасходы, связанные с услугами населению, остаются относительно стабильными.

1.2. Неструктурные модели прогнозирования налоговых поступлений

Схему прогнозирования налоговых поступлений с помощью неструктурных макромоделей можно описать следующим образом. Отдельно рассчитывается прогноз для налоговой базы и прогноз для эффективной ставки налога, после чего их перемножают и получают прогноз налоговых поступлений. Впоследствии рассчитанное значение прогноза может корректироваться на различные налоговые льготы. Прогнозирование чаще всего проводят отдельно для различных типов налогов.

ARIMA.

Неструктурные методы прогнозирования, в отличие от структурных, не имеют строгих теоретических обоснований, а опираются на теорию временных рядов. Как уже отмечалось ранее, простейшей неструктурной моделью прогнозирования является интегрированная авторегрессионная модель временных рядов со скользящим средним – ARIMA. Эта модель является одномерной, т.е. для ее оценки используются данные только по одному макроэкономическому ряду данных. Процедура идентификации (определения параметров) и оценки модели ARIMA была предложена в известной работе Бокса и Дженкинса [9]. В такой модели для прогнозирования временного ряда используется информация о его собственном поведении в прошлом. Предполагается, что макроэкономический показатель – например, прибыль прибыльных организаций как база для налога на прибыль – может быть описан как сумма авторегрессионных компонент и компонент случайных шоков в виде следующего уравнения (34):

$$y_t = \delta + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (34)$$

где y_t – макроэкономический временной ряд (например, прибыль прибыльных организаций); δ – трендовая составляющая; y_{t-p} – значение макроэкономического ряда p периодов назад (с лагом p); β_i – коэффициенты при авторегрессионных компонентах модели; ε_t – случайный шок модели; ε_{t-q} – значение случайного шока с лагом q ; γ_j – коэффициенты при компонентах случайных шоков прошлых периодов в модели.

Представленную в уравнении (34) модель временного ряда называют моделью ARIMA(p, k, q), где p – порядок авторегрессионной составляющей; q – порядок компоненты скользящего среднего; k – порядок интегрированности рассматриваемого временного ряда. Если временной ряд не является стационарным (содержит стохастический тренд), то

необходимо привести его к стационарному виду, взяв первые k разностей. В этом случае ряд является интегрированным порядка k .

Для оценки моделей ARIMA используют эконометрические методы оценивания: метод максимального правдоподобия, в редких случаях – метод наименьших квадратов.

Прогнозирование с помощью модели ARIMA основано на вычислении условного математического ожидания будущего значения рассматриваемого временного ряда при условии наличия информации о его значениях в прошлом.

Существуют различные расширения и дополнения базовой модели ARIMA. Например, многие временные ряды имеют выраженную сезонность. В этом случае можно либо очистить данные по прогнозируемому показателю от сезонности, либо включить сезонную компоненту в модель ARIMA в виде, например, фиктивных переменных сезонности. Кроме того, существуют методы тестирования наличия структурных сдвигов в модели, которые также можно учитывать добавлением фиктивных переменных периодов структурных сдвигов.

К основным преимуществам моделей ARIMA можно отнести достаточно гибкую форму. Кроме того, часто, эти модели достаточно компактны, нет каких-либо вычислительных сложностей при их оценивании. При правильном выборе модели она не подвержена проблеме перепараметризации.

Недостатки модели ARIMA обусловлены ее простой формой. Прежде всего так как ARIMA является одномерной моделью, невозможно изучать взаимосвязь нескольких факторов, что исключает возможность оценки эффектов государственной политики, в том числе налоговой, с помощью ARIMA. Такой тип моделей подходит только для безусловного прогнозирования.

Модель ARIMA часто используется и в современных исследованиях, в том числе по налоговому прогнозированию, как базовая модель для оценки качества других, более совершенных методов прогнозирования.

VAR.

С развитием теории временных рядов появилась полноценная замена громоздким структурным кейнсианским моделям – модели векторных авторегрессий (VAR).

Модель VAR представляет собой многомерную модель временных рядов, т.е. ее оценивание предполагает наличие нескольких взаимосвязанных макроэкономических показателей. Интерес к моделям VAR появился после работы Симса и Сарджента [10], в которой авторы обосновали, что модель VAR является общей формой, с помощью которой может быть представлена любая макроэкономическая модель. Более детальное описание подхода к моделированию VAR представлено в работе [11], где автор доказывает, что ввиду

своего динамического характера модель VAR позволяет учитывать свойство приспособления системы к общему равновесию, что является фундаментальным принципом макроэкономического прогнозирования.

Модель VAR моделирует взаимосвязь определенного фиксированного количества эндогенных показателей и является набором авторегрессионных процессов этих показателей, в каждый из которых включены лаги всех остальных показателей модели. Модель VAR(p) является моделью векторной авторегрессии порядка p, где p – количество лагов всех показателей, которые включаются во все уравнения модели. Математически модель VAR может быть представлена следующим образом (35):

$$y_{m,t} = \delta_m + \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^p \beta_{j,i}^m y_{j,t-i} + \varepsilon_{m,t}, m = 1, \dots, k, \quad (35)$$

где $y_{m,t}$ – значение показателя m в момент времени t ; $\beta_{j,i}^m$ – коэффициент в уравнении для показателя m перед лагом порядка i показателя j ; δ_m – трендовая компонента в уравнении для показателя m ; $\varepsilon_{m,t}$ – случайный шок в уравнении для показателя m .

Методы оценки схожи с методами для модели ARIMA. При определенных стандартных допущениях о виде распределения вектора случайных ошибок, уравнения модели VAR могут быть оценены по отдельности с помощью эконометрических методов: метода максимального правдоподобия, метода наименьших квадратов и др.

В отличие от модели ARIMA, прогнозирование – не единственная функция модели VAR. В работе [10] авторы показали, что модель VAR имеет разложение и может быть представлена в виде бесконечных рядов распределенных лагов случайных шоков. Благодаря этому представлению моделей VAR появляется возможность анализировать распространение возникающих шоков во всей системе, моделируемой с помощью VAR. Подобный анализ называется анализом импульсных откликов, при определенных ограничениях он подходит для оценки эффектов экономической, в том числе налоговой, политики. Однако в этом случае исследователи сталкиваются с проблемой: рассматриваемое разложение модели VAR не является единственным. Все дело в том, что случайные шоки ε_t являются шоками в приведенной форме и не совпадают с реальными шоками рассматриваемых показателей. Чтобы быть уверенным, что исследуется эффект конкретного шока на показатели системы, необходимо осуществить идентификацию шоков – получить единственно возможную взаимосвязь между реальными шоками показателей и шоками в приведенной форме. В случае идентификации шоков их можно интерпретировать как структурные, т.е. у них появляется четкая экономическая интерпретация. Основными способами ортогонализации шоков являются рекурсивная идентификация с

использованием разложения по Холецкому, знаковые ограничения на реакции шоков, краткосрочные и долгосрочные ограничения на эффекты шоков и пр. В случае успешной идентификации шоков говорят, что рассматривается структурная векторная авторегрессионная модель (SVAR).

Для прогнозирования на основе модели VAR нет необходимости в идентификации шоков. Кроме того, VAR позволяет строить как безусловные, так и сценарные прогнозы (где предполагаются заданными некоторые из исследуемых в рамках модели VAR показатели).

Как и в случае с моделью ARIMA, существуют различные расширения VAR моделей. Например, в рассмотренные нами уравнения в рамках представления (35) для m эндогенных показателей модели включают экзогенные показатели. При прогнозировании для экзогенных показателей предполагаются некоторые сценарные значения. Также в уравнения моделей VAR могут включаться тренд, фиктивные переменные структурных сдвигов, сезонности.

К основным преимуществам VAR можно отнести учет взаимосвязи между различными исследуемыми показателями. Ввиду учета этой информации прогнозы на основе моделей VAR получаются более точными, нежели прогнозы тех же экономических показателей отдельно с помощью одномерных моделей ARIMA. Кроме того, при VAR моделировании в случае идентификации шоков можно проводить анализ импульсных откликов, а также строить сценарные прогнозы.

Ключевым недостатком моделей VAR можно считать подверженность проблеме так называемого «проклятия размерности» (curse of dimensionality). В зависимости от частотности данных и количества показателей в модели VAR число подлежащих оценке параметров может легко превысить сотни.

Среди неструктурных методов существует два подхода к решению проблемы «проклятия размерности». Рассмотрим их подробнее.

DFM

Динамический факторный анализ логично рассматривать именно применительно к моделям VAR. Модели DFM являются неструктурными многомерными моделями временных рядов и призваны бороться с проблемой «проклятия размерности» путем сжатия пространства рассматриваемых макроэкономических показателей. Основная идея динамического факторного анализа заключается в предположении, что все процессы, моделируемые в рамках рассматриваемой системы, могут быть объяснены сравнительно небольшим количеством общих ненаблюдаемых факторов (главных компонент). Суть модели DFM состоит в выявлении взаимосвязи между множеством процессов системы и

этими ненаблюдаемыми факторами и в моделировании именно этих факторов. Математически в векторной форме модель может быть представлена следующим образом (36), (37):

$$Y_t = \Lambda F_t + \varepsilon_t \quad (36)$$

$$F_t = \delta + B_1 F_{t-1} + B_2 F_{t-2} + \dots + B_p F_{t-p} + v_t \quad (37)$$

где Y_t – вектор-столбец m стандартизированных макроэкономических временных рядов в момент времени t ($Y_{1t}, Y_{2t}, Y_{3t}, \dots, Y_{mt}$); F_t – вектор-столбец значений q главных компонент в момент времени t ($F_{1t}, F_{2t}, F_{3t}, \dots, F_{qt}$); Λ – матрица факторных нагрузок, она состоит из весовых коэффициентов, с которыми макроэкономические показатели входят в главные компоненты; ε_t – вектор-столбец идиосинкратических шоков ($\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \varepsilon_{3t}, \dots, \varepsilon_{mt}$); Y_{t-p} – лаг порядка p вектора Y_t ; B_p – матрица коэффициентов для всех значений главных компонент, взятых с лагом p ; v_t – вектор-столбец случайных шоков ($v_{1t}, v_{2t}, v_{3t}, \dots, v_{qt}$).

Уравнение модели (36) отражает метод выделения из всего пространства m исследуемых процессов q главных компонент. Уравнение (37) модели является стандартной моделью VAR порядка p , которая обсуждалась выше.

Ключевым преимуществом моделей DFM является возможность сжатия пространства исследуемых показателей с помощью выделения небольшого числа общих факторов.

К недостаткам можно отнести следующие факторы. Во-первых, в процессе построения главных компонент теряется информация из-за стандартизации данных. Во-вторых, часто выделенные факторы не имеют хорошей экономической интерпретации. В-третьих, хотя и в приближенных DFM допускается наличие кросс-корреляции между исходными переменными, их динамические взаимосвязи учитываются только посредством выделенных факторов. Таким образом, возникает необходимость оценить влияние шока не всего фактора, а конкретного процесса. В этом случае следует использовать байесовские векторные авторегрессии.

BVAR

BVAR относятся к классу моделей неструктурного макроэкономического прогнозирования. Именно применительно к BVAR моделям можно отметить, что в условиях, когда наблюдается недостаток современных теоретических макроэкономических моделей, пригодных для эмпирической оценки [15], особенно для развивающихся стран, неструктурные эмпирические модели являются наиболее оптимальной альтернативой.

Как отмечалось ранее, BVAR модели используются при необходимости оценить систему с достаточно большим количеством переменных. При этом часто наиболее актуальные результаты могут быть получены только на месячных данных. В таком случае глубина лага модели должна быть не менее 13 для учета остаточной сезонности. Таким образом, количество параметров, которое необходимо оценить в рамках стандартной VAR модели с 8 переменными, составляет 712: количество уравнений \times (количество лагов \times количество переменных + константа). В случае оценки обычной модели векторной авторегрессии (модели VAR) это создает необходимость получения достаточно продолжительного ряда данных по каждой используемой переменной. В случае 712 оцениваемых параметров и месячных данных необходимы наблюдения за период в 60 лет. Даже если не брать во внимание тот факт, что за 60 лет структура любой экономики существенно меняется и в модели следует учитывать структурные сдвиги, что создает необходимость оценки дополнительных параметров, например, для России по многим макроэкономическим переменным такой горизонт данных просто недоступен. Модель BVAR позволяет эффективно сжимать пространство оцениваемых параметров и работать с моделями большой размерности, строить прогнозы для исследуемых показателей. Это возможно благодаря использованию априорного распределения оцениваемых параметров. Априорное распределение – это предположения о значениях оцениваемых параметров модели «до взаимодействия», до извлечения информации из имеющихся данных. После работы с данными («после взаимодействия») исследователь получает новую информацию и уточняет априорное распределение, получая апостериорное. Используя апостериорное распределение, можно аналитически (при определенных типах априорных распределений) или численными методами вывести ожидаемые оценки параметров модели. В этом случае задача отличается от аналогичной для методов максимального правдоподобия или метода наименьших квадратов, используемых для оценки параметров рассмотренных ранее неструктурных моделей. В рамках таких эконометрических задач решается оптимизационная задача для нахождения параметров модели. В случае же байесовского оценивания мы получаем готовое распределение искомых параметров, аналитическое или приближенное с помощью численных методов. Используя, например, среднее значение распределения (или медианное), можно получить оценку искомых параметров.

Как отмечалось выше, в модели BVAR используется априорное распределение макроэкономических рядов данных. Наиболее распространенным в исследованиях априорным распределением является так называемое априорное распределение Миннесоты (Minnesota prior). Идея его применения к макроэкономическому прогнозированию была подробно описано в работе [16]. В рамках этого распределения предполагается, что все

макроэкономические переменные, используемые для оценки модели, являются процессами случайного блуждания. Другими словами, каждый макроэкономический процесс задается авторегрессионной (AR) моделью с единичным коэффициентом при первом лаге зависимой переменной и нулевыми коэффициентами при всех прочих лагах. Такой вид процессов задается в предположении, что чем больше лаг, тем меньшее влияние процесс оказывает на текущее значение исследуемого показателя. Таким образом, с учетом того что при первом лаге зависимой переменной предполагается единичный коэффициент, априорное распределение Миннесоты рассматривает исследуемые показатели как процессы случайного блуждания. Далее в ходе оценки модели такое априорное распределение корректируется с учетом информации, содержащейся в реальных данных.

Таким образом, оцениваемая модель представляет собой следующую векторную авторегрессию (38):

$$Y_t = c + B_1 Y_{t-1} + B_2 Y_{t-2} + \dots + B_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (38)$$

где Y_t – вектор-столбец K макроэкономических временных рядов в момент времени t ($Y_{1t}, Y_{2t}, Y_{3t}, \dots, Y_{Nt}$); Y_{t-k} – лаг порядка k вектора Y_t ; B_k – матрица коэффициентов для всех значений макроэкономических временных рядов, взятых с лагом k ; ε_t – вектор-столбец ошибок регрессии ($\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \varepsilon_{3t}, \dots, \varepsilon_{Nt}$), имеющих нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и ковариационной матрицей Σ , т.е. $\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma)$.

Как отмечалось ранее, для коэффициентов модели часто используют априорное распределение Миннесоты. Кроме уже описанных ожидаемых значений параметров, для формулировки априорного распределения необходимо сделать предположения относительно вида ковариационной матрицы коэффициентов. В случае априорного распределения Миннесоты необходимо задать значения ряда гиперпараметров: λ_1 – параметр общей устойчивости априорного распределения к корректировке по результату извлечения информации из исследуемых данных; λ_2 – параметр, отражающий степень влияния других показателей в уравнении рассматриваемого показателя; λ_3 – параметр, определяющий, насколько сильно снижается влияние собственных значений рассматриваемого показателя с ростом числа лагов; λ_4 – параметр, отвечающий за представление о трендовой компоненте в каждом уравнении модели. В исследованиях часто используют стандартные для эмпирической литературы значения гиперпараметров: $\lambda_1 = 0.1$; $\lambda_2 = 0.5$; $\lambda_3 = 1$; $\lambda_4 = 100$. Формирование априорного распределения также заключается в формулировке представления о распределении ковариационной матрицы ошибок модели. В априорном распределении Миннесоты используется фиксированная

ковариационная матрица ошибок, что является достаточно грубой предпосылкой и игнорирует фундаментальную случайную природу шоков. Однако в первых моделях BVAR исследователи вынуждены были мириться с такой предпосылкой вследствие ограниченности вычислительных мощностей. Развитие компьютерных технологий позволило отказаться от этой ограничивающей предпосылки. В современных исследованиях ковариационная матрица ошибок рассматривается как случайная, извлекаемая из обратного распределения Уишарта [17]. В наиболее общем случае для оценки апостериорного распределения используют численные методы, например алгоритм Гиббса [18].

К основным преимуществам моделей BVAR, безусловно, следует отнести возможность исследования в рамках таких моделей большего количества показателей. При правильной формулировке априорного распределения, с помощью модели BVAR может быть оценена система, включающая больше сотни показателей [19] при отсутствии потерь в качестве прогнозирования. Во многих современных исследованиях оценивают качество безусловного макроэкономического прогнозирования по моделям BVAR в сравнении с другими неструктурными моделями. Многие авторы [20; 21] приходят к выводу, что BVAR-моделирование является предпочтительным при составлении прогнозов макроэкономических показателей.

При этом BVAR сохраняет все преимущества моделей VAR. В частности, после получения оценок параметров модели, при BVAR-моделировании также можно строить как безусловные, так и сценарные прогнозы исследуемых показателей. Кроме того, к BVAR применимы те же методы идентификации шоков, которые были рассмотрены при обсуждении моделей VAR: рекурсивная идентификация, знаковые ограничения, краткосрочные и долгосрочные ограничения на эффекты шоков. Это позволяет проводить анализ импульсных откликов и оценивать эффекты экономической, в том числе налоговой, политики.

К недостаткам неструктурного прогнозирования с помощью моделей BVAR можно отнести высокие требования к вычислительным мощностям для оценивания апостериорного распределения параметров модели. Кроме того, нет четкого алгоритма выбора априорного распределения, он обусловлен удобством оценивания и качеством прогнозов итоговых моделей. В рамках стандартных моделей BVAR нерешенной остается проблема изменчивости параметров модели во времени.

Неструктурные модели с меняющимися во времени коэффициентами

Проблема постоянства параметров модели встает достаточно остро. Простые методы, которые были упомянуты ранее, позволяют учитывать резкие структурные сдвиги,

не меняющие трендов рассматриваемых показателей. Однако изменение экономической политики, структурные изменения экономики, фазы делового цикла могут оказывать влияние и на тренды рассматриваемых показателей, т.е. менять значения параметров неструктурных моделей.

Для решения проблемы изменяющихся параметров модели в зависимости от фазы делового цикла или режима экономической политики были предложены так называемые модели марковского переключения (MS) режимов: MS-ARIMA [22], MS-VAR [23]. В рамках таких моделей есть несколько состояний, в которых могут находиться параметры модели. Эти состояния «переключаются», чтобы наилучшим образом описать исследуемые данные. При прогнозировании на основе таких моделей сценарно можно учитывать режим, в котором находится экономика. Прочие преимущества и недостатки таких моделей совпадают с базовыми, т.е. с моделями ARIMA и VAR.

Если отказаться от предположения, что параметры модели могут находиться в какой-то из возможных фаз и переключаться между ними, следует рассмотреть ситуацию, когда параметры могут меняться в каждый период времени. Тогда параметры модели также можно рассматривать как случайные процессы и моделировать их схожим образом – как исследуемые макроэкономические процессы. Такая идея лежит в основе моделей с изменяющимися во времени параметрами (TVP): TVP-VAR [16] и TVP-DFM [24] моделей. Несмотря на то что такие модели могут лучше объяснить поведение исследуемых макроэкономических показателей, появляется новая проблема, связанная непосредственно с прогнозированием. Нет строгих алгоритмов и правил, позволяющих определить, какие значения меняющихся во времени параметров использовать для безусловного и сценарного прогнозов. На практике выбирают либо последние оцененные значения параметров, либо средние значения за какой-либо период. Прочие преимущества и недостатки этого класса моделей обусловлены базовыми моделями: VAR и DFM.

Гибридные модели

Современные наиболее актуальные неструктурные модели прогнозирования являются гибридами рассмотренных ранее моделей. В работе [25] были совмещены факторный анализ и VAR-моделирование и предложены так называемые дополненные факторами модели VAR. В отличие от моделей DFM, авторы рассматриваемого исследования предположили, что факторы – тоже наблюдаемые показатели, на основе которых могут приниматься решения, например, государственными институтами. Тогда было решено добавить выделенные факторы к эндогенным исследуемым экономическим показателям. С одной стороны, это позволяет сжать пространство исследуемых показателей, заменив часть из них на меньшее количество выделенных главных компонент.

С другой стороны, появляется возможность исследовать функции отклика оставшихся в модели эндогенных переменных на шоки выделенных факторов, а через них и на шоки всех переменных, включенных в систему для моделирования. В результате решения возможной проблемы пропущенных переменных прогнозы на основе моделей FAVAR могут быть более точными, чем основанные на моделях VAR и BVAR.

К ключевым недостаткам моделей FAVAR можно отнести постоянные во времени коэффициенты модели, которые не учитывают возможные структурные изменения экономики. В работе [26] было рассмотрено расширение FAVAR-подхода и добавление изменяющихся во времени параметров, получена модель TVP-FAVAR.

В некоторых исследованиях применяются байесовские методы для оценивания моделей TVP-FAVAR. На первом этапе выделяют главные компоненты и добавляют их к эндогенным переменным модели. Далее полученную модель TVP-VAR оценивают байесовскими методами, описанными выше при обсуждении BVAR. Выбор гиперпараметров для априорного распределения в этом случае может быть осуществлен с помощью алгоритма, предложенного в работе [27]. Авторы предлагают последовательный алгоритм, позволяющий оценивать гиперпараметры вместе с остальными параметрами модели. Байесовские модели TVP-FAVAR используются, например, в работе [28] для оценки влияния неопределенности экономической политики на различные макроэкономические показатели.

В качестве примера использования неструктурных методов для прогнозирования налоговых поступлений можно рассмотреть работу [29]. Авторы рассматривают различные методы неструктурного прогнозирования – ARIMA и VAR – и сравнивают их прогнозную силу с рядом полу-структурных моделей. Оценки проводятся на данных по странам OECD, рассматриваются совокупные налоговые поступления государств. Авторы приходят к выводу, что независимо от длины используемой выборки неструктурные модели дают более точные прогнозы.

2. Обобщение международного опыта налогового прогнозирования

Если обратиться к классификации подходов к прогнозированию, который был обозначен в первом разделе, то можно использовать ее как каркас для анализа мирового опыта прогнозирования в бюджетно-налоговой сфере. Нужно отметить, что, в отличие от монетарной сферы, опыт прогнозирования фискальных параметров не так велик. Однако он существует и расширяется с каждым годом. Сопоставим существующую практику в ряде стран и международных организаций (*Таблица 1*).

Таблица 1

Сравнение налоговых расходов и прямых бюджетных расходов

	Детализированные налоговые прогнозы (фискальная модель)	Использование суждений (экспертных оценок)	Макроэкономические модели	Подход «снизу вверх»
Казначейство Ее Величества (Великобритания)	Да	Да	Интегрированный фискальный блок	Да
Управление Конгресса США по бюджету	Да	Да	Итерационный процесс	Да
Казначейство Австралии	Да	Да	Итерационный процесс	Да
Министерство финансов Новой Зеландии	Да	Да	Итерационный процесс	Да
Немецкий федеральный банк	Да	Да	Проверка согласованности	Да
Банк Канады	Нет	Да	Интегрированный фискальный блок	Да
Европейская комиссия	Да	Да	Интегрированный фискальный блок	Да
Европейский центральный банк	Да	Да	Итерационный процесс; вспомогательные блоки и подмодели	Да
МВФ	Нет	Да	Интегрированный фискальный блок	Да
ОЭСР	Да	Да	Интегрированный фискальный блок	Да

Источник: [2].

Рассмотрим подробнее некоторые представленные в *табл. 1* позиции.

Налоговое прогнозирование в Евросоюзе

Говоря о налоговом прогнозировании в Евросоюзе, стоит рассмотреть практику, применяемую на наднациональном уровне, где особенно выделяется опыт Европейского центрального банка. И здесь нужно отметить два существенных момента:

– налоговые прогнозы в большинстве случаев являются составной частью макроэкономических прогнозов, которые, в свою очередь, включают прогнозы и реальных показателей, и монетарных переменных, и бюджетного сегмента, в который входят налоги;

– Европейский центробанк для целей прогнозирования применяет сразу портфель моделей разного типа, что позволяет полнее учесть как структурные особенности, так и неопределенности и риски, которые в каждой модели учтены конкретным образом.

Существуют по крайней мере четыре причины работы с портфелем моделей:

– нет единой модели; различные модели имеют достоинства и недостатки, при этом выделяются четыре критерия качества моделей, которым одновременно обычно не удовлетворяет одна конкретная модель: гибкость, наличие микрообоснований (с разной степенью детализации), возможность сведения к приведенной форме, возможность причинно-следственной интерпретации;

– модели, как правило, заточены на решение конкретных вопросов;

– портфель моделей позволяет получить взаимодополняемость и надежность результатов;

– возможность комбинирования моделей.

В применяемом портфеле моделей Европейский центробанк выделяет основные и вспомогательные модели. Все модели при этом делятся на три группы, которые были обозначены еще в первом разделе: модели общего равновесия, полуструктурные модели и неструктурные модели временных рядов. Классификация моделей приведена в *Таблица 2*.

Таблица 2

Сравнение налоговых расходов и прямых бюджетных расходов

	Модели общего равновесия	Полуструктурные модели	Неструктурные модели временных рядов
Основные модели	New Area-Wide Model NAWM I/II (2008), созданная для прогнозов и анализа политики	Мультистрановые модели: – NMCM – ECB-BASE – ECB-MC)	Мультистрановые модели BVARs по странам ЕС и шире (EA/Multi-country BVARs)
Вспомогательные модели и блоки	Макрофинансовые модели (CMR/3D/DKR)	Отраслевые модели и модули	Мультистрановые динамические факторные модели DFM
	Фискальная модель и фискальные блоки	Аттракторы стороны предложения	Модели краткосрочного прогнозирования (наукастинг)
	Структурные модели рынка труда	Блоки учета индикаторов режима фискальной политики (следование правилу)	Модели макрофинансового краткосрочного прогнозирования (FCIs/yield curve)
	Модель глобальной экономики (ECB-Global/EAGLE)	NL/TVP EA-модели	Модели оценки мер риска

Источник: [30–32].

Налоговое прогнозирование в Новой Зеландии

Прогнозированием фискальных поступлений в Новой Зеландии заведует казначейство. Сам процесс прогнозирования разделен на несколько этапов. На первом этапе строится прогноз макроэкономических показателей с помощью модели NZTM (New Zealand treasury model). Далее результаты оценки модели используются при расчете финальных фискальных прогнозов.

Модель NZTM относится к классу моделей вычислимого равновесия (CGE), ее подробное описание представлено в работе [33]. Рассматриваемая модель представляет собой трехпродуктовую (товары, производимые для локального потребления; товары для экспорта; импортные товары) модель малой открытой экономики. Основными преимуществами модели являются, во-первых, подробный производственный блок, во-вторых, двойственная структура модели: модель стационарного состояния и динамическая модель. На основе модели стационарного состояния оцениваются значения макроэкономических переменных в заданном периоде. Динамическая версия модели позволяет оценивать эффекты от экономических шоков и государственной политики.

Роль государственного сектора в этой модели состоит в предоставлении услуг населению, таких как медицина, здравоохранение, социальные услуги. Государство приобретает товары и услуги, совершает трансфертные платежи и финансирует свою деятельность за счет налогов и долга. Моделируются 5 типов налоговых поступлений: подоходный налог, налог на потребление (за исключением потребления жилья), налог на приобретение жилья, импортные пошлины и группы корпоративных налогов. При этом государственные расходы предполагаются заданными экзогенно. Таким образом, в результате оценки модели можно получить прогноз поступлений по всем основным группам налоговых поступлений. Общее количество прогнозируемых макроэкономических индикаторов – более 170.

После оценки прогнозы макроэкономических показателей используются для получения финального фискального баланса в модели фискальной стратегии (FSM). Эта модель представляет собой калькулятор, позволяющий внести необходимые корректировки в прогнозы на основе модели NZTM. Эта модель является среднесрочной, период прогнозирования – до 10 лет.

Таким образом, по результатам анализа мирового опыта можно заключить, что имеет место тенденция использования портфеля моделей для налогового прогнозирования. Это позволяет увеличить надежность результатов и учесть те риски (те аспекты

неопределенности), которые могут отклонять фактические доходы бюджета от запланированных. Наиболее показательная в этом плане практика США и ЕС. Так, ЕЦБ использует достаточно разнообразный портфель моделей, выделяя основные модели и вспомогательные, позволяющие увеличить точность отдельных блоков, включая бюджетно-налоговый. Кроме того, ЕЦБ использует итерационный процесс формирования прогнозов, сопрягая разные модели для одной цели. В практике США сильны позиции макроэкономических моделей общего равновесия, предполагающих разный горизонт анализа. Кроме того, в практике США наиболее часто встречается подробное прописывание бюджетно-налогового блока. В Новой Зеландии основой прогнозирования является модель CGE, что роднит ее с практикой Великобритании.

3. Анализ чувствительности официальных прогнозов поступлений основных нефтегазовых доходов к показателям макроэкономического прогноза в Российской Федерации.

Официальные прогнозы поступлений основных нефтегазовых доходов формируются Правительством Российской Федерации в виде федерального закона о федеральном бюджете. Прогноз формируется на ежегодной основе, не считая вносимых изменений и корректировок. Прогнозный период составляет 3 года. Согласно информации, содержащейся в пояснительных записках к проектам соответствующих федеральных законов, прогноз основных показателей бюджета формируется на основе базового варианта прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, который представлен следующими показателями:

- цены на нефть Urals, долл./барр.;
- цены на газ (среднеконтрактные, включая страны СНГ), долл./тыс. куб. м;
- ВВП, млрд руб.;
- рост ВВП, %;
- инвестиции, млрд руб.;
- объем импорта (по кругу товаров, учитываемых ФТС России), млрд долл.;
- объем экспорта (по кругу товаров, учитываемых ФТС России), млрд долл.;
- прибыль прибыльных организаций, млрд руб.;
- инфляция (ИПЦ), % к декабрю предыдущего года;
- курс доллара, руб. за доллар;
- фонд заработной платы, млрд руб.

Базовый прогноз рассматриваемых показателей формируется Министерством финансов и Министерством экономического развития Российской Федерации. Кроме показателей социально-экономического развития Российской Федерации, при прогнозе доходов федерального бюджета Правительством РФ учитывается эффект изменения соответствующего законодательства, а также влияние разовых факторов.

Для анализа чувствительности официальных прогнозов поступлений основных нефтегазовых доходов к показателям макроэкономического прогноза были собраны данные по прогнозным значениям нефтегазовых доходов федерального бюджета и показателям прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, содержащиеся в соответствующих федеральных законах, за период 2014–2025 гг. Отдельно выделены нефтегазовые доходы федерального бюджета по налогу на прибыль, налогу на добавленную стоимость на товары (работы, услуги), реализуемые на территории Российской Федерации (далее – НДС внутренний), и налогу на добавленную стоимость на

товары, ввозимые на территорию Российской Федерации (далее – НДС ввозной). Кроме того, в связи с тем что каждый год официальный прогноз формируется на трехлетний срок, для каждого года¹ в период 2016–2023 гг. доступны данные по однолетнему (на год вперед), двухлетнему (на 2 года вперед) и трехлетнему (на 3 года вперед) прогнозам рассматриваемых показателей. Рассматриваемые источники также содержали данные по вкладу в анализируемые прогнозные значения нефтегазовых доходов федерального бюджета отдельно макроэкономических факторов (в совокупности) и законодательных изменений и разовых факторов. Также были собраны данные по фактическим значениям рассматриваемых показателей за период 2014–2022² гг.

На *Рис. 1* представлен официальный прогноз нефтегазовых доходов федерального бюджета в разрезе горизонта прогнозирования в сравнении с фактическими данными.

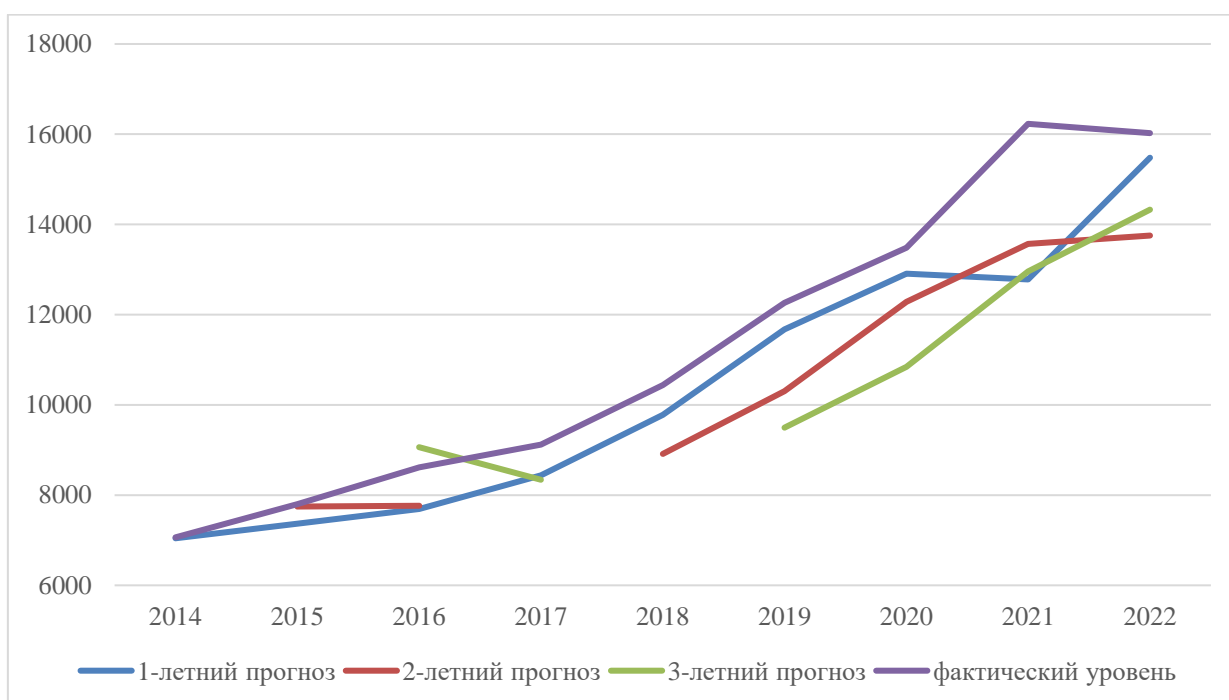


Рис. 1. Однолетние, двухлетние и трехлетние прогнозы нефтегазовых доходов федерального бюджета в сравнении с фактическими данными

Источник: Составлено авторами по данным федеральных законов о федеральном бюджете за период 2013–2021 гг., а также данным Министерства финансов Российской Федерации.

Можно заметить, что все рассматриваемые прогнозы являются достаточно консервативными, т.е. в итоге прогнозируемые доходы оказываются ниже фактических значений. Причем чем больше горизонт планирования, тем более консервативным оказывается прогноз. С одной стороны, это обеспечивает устойчивость бюджетной

¹ За исключением двухлетнего прогноза на 2017 г. и трехлетнего прогноза на 2018 г. Это связано с тем, что в 2015 г. официальный прогноз был сформирован только на один год вперед, т.е. только на 2016 г.

² Значения показателей за 2022 г. являются предварительной оценкой по данным Министерства экономического развития Российской Федерации.

системы, так как обеспечивает достаточное количество средств для финансирования планируемых расходов. С другой стороны, большая ошибка прогноза снижает эффективность планирования и может приводить к недоиспользованию доходов бюджета. Для оценки ошибки прогноза рассчитаем среднеквадратическую ошибку прогноза за рассматриваемый период. Результаты расчета представлены в *Таблица 3*.

Таблица 3

Характеристики точности официального прогноза нефтегазовых доходов федерального бюджета в разрезе горизонта прогнозирования

	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	
	Отклонение прогноза от фактического значения (в % от фактического значения)									Среднее отклонение, %
Однолетний прогноз	0,29	5,53	10,71	7,45	6,31	4,84	4,28	21,27	3,42	7,12
Двухлетний прогноз		0,65	9,89		14,58	15,96	8,91	16,41	14,19	11,51
Трехлетний прогноз			5,18	8,52		22,57	19,57	20,15	10,60	14,43
	Направление отклонения прогноза от фактического значения («-» – прогнозное значение меньше фактического, «+» – прогнозное значение больше фактического)									Среднеквадратическая ошибка
Однолетний прогноз	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1648174,36
Двухлетний прогноз		-	-		-	-	-	-	-	2940184,19
Трехлетний прогноз			+	-		-	-	-	-	4834580,44

Источник: Расчеты авторов на основе данных федеральных законов о федеральном бюджете за период 2013–2021 гг., а также данных Министерства финансов Российской Федерации.

Результаты расчетов, представленные в *Таблица 3*, подтверждают выводы, полученные при анализе *Рис. 1*. Действительно, официальный прогноз является консервативным – лишь в одном случае из рассматриваемых прогнозное значение оказалось выше фактического. При этом чем больше горизонт планирования, тем более консервативным и, соответственно, менее точным является прогноз. Это подтверждается как растущим значением среднего процентного отклонения прогноза от фактического значения, так и растущей среднеквадратической ошибкой прогноза.

Важно понять, насколько ошибка прогноза нефтегазовых доходов федерального бюджета объясняется точностью прогнозов макроэкономических показателей, лежащих в его основе. Для начала проанализируем вклад макроэкономических факторов и связанных

с изменением законодательства и разовых факторов в формирование официальных прогнозов нефтегазовых доходов федерального бюджета. Результаты соответствующих расчетов представлены в таблице ниже (Таблица 4).

Таблица 4

Сравнение вклада динамики макроэкономических показателей и факторов изменения законодательства и разовых факторов в формирование официальных прогнозов нефтегазовых доходов федерального бюджета в зависимости от горизонта прогнозирования, %

Год	Однолетний прогноз		Двухлетний прогноз		Трехлетний прогноз	
	Влияние законодательства и разовых факторов	Влияние динамики макроэкономических показателей	Влияние законодательства и разовых факторов	Влияние динамики макроэкономических показателей	Влияние законодательства и разовых факторов	Влияние динамики макроэкономических показателей
2014	46,65	53,35				
2015	59,61	40,39	53,51	46,49		
2016	79,80	20,20	21,92	78,08	59,16	40,84
2017	60,23	39,77			12,59	87,41
2018	34,30	65,70	3,69	96,31		
2019	58,61	41,39	21,28	78,72	9,03	90,97
2020	33,04	66,96	12,10	87,90	6,24	93,76
2021	47,67	52,33	6,09	93,91	8,18	91,82
2022	42,30	57,70	10,54	89,46	3,48	96,52
2023	44,33	55,67	4,48	95,52	4,46	95,54
2024			3,13	96,87	2,59	97,41
2025					2,39	97,61
Средний вклад	49,94	50,06	15,19	84,81	14,95	85,05

Источник: Расчеты авторов на основе данных федеральных законов о федеральном бюджете за период 2013–2021 гг.

Вклад рассматриваемых факторов может быть как положительным так и отрицательным. Например, при формировании однолетнего прогноза на 2017 г. факторы законодательства и разовые факторы привели к изменению прогнозируемых нефтегазовых доходов по сравнению с 2016 г. на –452 204,60 млн руб., а динамика макроэкономических показателей – на 298 653,70 млн руб. В случае отрицательного влияния при расчетах значение эффекта бралось по модулю.

Средний вклад рассчитывался как отношение суммы модулей значений эффекта рассматриваемой группы показателей (законодательства и разовых факторов или динамики макроэкономических показателей) к сумме модулей всех эффектов для данного горизонта прогнозирования за весь рассматриваемый период.

Согласно полученным результатам в формировании двухлетних и трехлетних прогнозов существенно преобладают макроэкономические факторы, причем этот вывод является устойчивым для всего рассматриваемого периода. Исключение составляет прогноз, сформированный в 2014 на 2015 гг., 2016 и 2017 гг. Прогнозы на 2016 и 2017 гг. в данном случае являются соответственно двухлетним и трехлетним. В формирование этих прогнозов, согласно данным пояснительной записки к соответствующему федеральному закону, наибольший вклад внесли факторы изменения законодательства и разовые факторы. В остальные же периоды двухлетнего и трехлетнего прогнозов доля вклада динамики макроэкономических показателей редко опускается ниже 90%, в случае трехлетнего прогноза эта доля часто близка к 100%.

Таким образом, ключевое отличие однолетнего прогноза и прогнозов с более длинным горизонтом является возможность более полно учесть вклад изменения законодательства и разовых факторов, что может частично объяснить более высокую точность однолетнего прогноза. Кроме того, очевидно, что динамика макроэкономических показателей вносит существенный вклад в формирование официального прогноза нефтегазовых доходов федерального бюджета. Рассмотрим подробнее вклад отдельных макроэкономических показателей в формирование прогноза.

В связи с тем что доходы федерального бюджета измерены в рублях, переведем также показатели цен на нефть Urals, цен на газ, объема импорта и объема экспорта в рубли по соответствующему рассматриваемому прогнозу курсу. В предположении, что чувствительность формируемого прогноза к динамике макроэкономических показателей не зависит от горизонта прогнозирования, была собрана совокупная база данных по официальным прогнозам нефтегазовых доходов федерального бюджета и официальным прогнозам макроэкономических показателей, перечисленным в начале раздела, по всем доступным горизонтам прогнозирования. На основе полученных данных была рассчитана корреляционная матрица рассматриваемых показателей. Результаты расчета представлены в *Таблица 5*.

Таблица 5

Корреляционная матрица официальных прогнозов нефтегазовых доходов федерального бюджета и макроэкономических показателей, лежащих в основе рассматриваемых прогнозов

	Нефтегазовые доходы	Налог на прибыль	НДС внутренний	НДС ввозной	Цены на нефть Urals,	Цены на газ	ВВП, млрд руб.	Рост ВВП, %
Нефтегазовые доходы	1,00	0,99	0,98	0,96	0,71	0,66	0,99	0,29
Налог на прибыль	0,99	1,00	0,98	0,95	0,66	0,64	0,98	0,29
НДС внутренний	0,98	0,98	1,00	0,91	0,72	0,75	0,99	0,21
НДС ввозной	0,96	0,95	0,91	1,00	0,64	0,47	0,94	0,43
Цены на нефть Urals, долл./барр.	0,71	0,66	0,72	0,64	1,00	0,71	0,69	0,05
Цены на газ (среднеконтрактные, включая страны СНГ), долл./тыс. куб. м	0,66	0,64	0,75	0,47	0,71	1,00	0,67	-0,35
ВВП, млрд руб.	0,99	0,98	0,99	0,94	0,69	0,67	1,00	0,30
Рост ВВП, %	0,29	0,29	0,21	0,43	0,05	-0,35	0,30	1,00
Инвестиции, млрд руб.	0,98	0,97	0,97	0,95	0,66	0,60	0,99	0,36
Объем импорта (по кругу товаров, учитываемых ФТС России), млрд долл.	0,97	0,96	0,93	0,99	0,62	0,50	0,96	0,40
Объем экспорта (по кругу товаров, учитываемых ФТС России), млрд долл.	0,98	0,96	0,95	0,96	0,78	0,65	0,96	0,24
Прибыль прибыльных организаций, млрд руб.	0,93	0,92	0,97	0,80	0,72	0,86	0,94	0,07
Инфляция (ИПЦ), % к декабрю предыдущего года	-0,26	-0,30	-0,21	-0,35	0,08	0,24	-0,27	-0,59
Курс доллара, руб. за доллар	0,62	0,66	0,58	0,64	-0,03	0,23	0,61	0,16
Фонд заработной платы, млрд руб.	0,98	0,97	0,99	0,92	0,72	0,70	0,99	0,28

Источник: Расчеты авторов на основе данных федеральных законов о федеральном бюджете за период 2013–2021 гг., а также данных Министерства финансов и Министерства экономического развития Российской Федерации.

Наибольший интерес представляют первые 4 столбца (или первые 4 строки – матрица является симметричной) Таблица 5, в которых приведены корреляции прогнозов нефтегазовых доходов федерального бюджета в совокупности и отдельных типов этих доходов (налога на прибыль, внутреннего и ввозного НДС) с прогнозами макроэкономических показателей.

Согласно полученным результатам, прогнозы нефтегазовых доходов достаточно чувствительны к динамике макроэкономических показателей. Действительно, значения большинства коэффициентов корреляции рассматриваемых прогнозов, в том числе в разрезе типов доходов, с макроэкономическими показателями по модулю больше 0,5. Наиболее чувствительны прогнозы нефтегазовых доходов к следующим показателям: ВВП, инвестиции, объем импорта, объем экспорта, прибыль прибыльных организаций, фонд заработной платы.

С одной стороны, такой результат достаточно ожидаем. Показатели ВВП, инвестиций, объема импорта и объема экспорта связаны между собой линейной зависимостью, так как инвестиции, объем импорта и объем экспорта являются составляющими при расчете ВВП по расходам. Это же подтверждается и близкими к 1 коэффициентами корреляции этих показателей между собой (это можно видеть в 7-м столбце (строке) *Таблица 5*). Эти показатели отражают общее развитие экономики и должны являться определяющими для налоговых доходов, связанных с внутренним производством, внешней торговлей и прибылью/доходами экономических агентов, все из них относится к категории нефтегазовых доходов. Показатели прибыли прибыльных организаций и фонда заработной платы являются налоговыми базами соответственно для налога на прибыль организаций и налога на доходы физических лиц, и оба этих налога относятся к категории нефтегазовых.

С другой стороны, экономическая обоснованность полученных результатов говорит о достаточно высоком качестве формируемого официального прогноза нефтегазовых доходов федерального бюджета.

Результаты говорят о меньшей, но тем не менее высокой чувствительности прогноза нефтегазовых доходов к показателям цены на нефть Urals, цены на газ и курсу доллара. Действительно, с одной стороны, эти макроэкономические показатели являются более значимыми для формирования нефтегазовых доходов. С другой стороны, с учетом экспортно-сырьевого характера российской экономики рассматриваемые показатели являются важными для общего экономического развития России, которое определяет и размер нефтегазовых доходов.

Процентные показатели экономического роста и инфляции, согласно полученным результатам, оказывают наименьшее влияние на формирование прогноза доходов. Одним из возможных объяснений такого результата может быть низкая волатильность прогнозов рассматриваемых макроэкономических показателей, особенно для двухлетних и трехлетних прогнозов. Прогнозный темп роста ВВП колеблется на уровне 3 п.п., а прогноз инфляции редко отклоняется от значения в 4 п.п.

Таким образом, в результате анализа официальных прогнозов нефтегазовых доходов федерального бюджета и их чувствительности к динамике макроэкономических показателей были получены следующие основные выводы.

– Рассматриваемые прогнозы являются достаточно консервативными т.е. прогнозируемые доходы оказываются ниже фактических значений. Причем чем больше горизонт планирования, тем более консервативным оказывается прогноз. Это также обуславливает достаточно высокий уровень ошибки рассматриваемых прогнозов. Эти выводы верны и в разрезе основных типов нефтегазовых доходов.

– В формировании двухлетних и трехлетних прогнозов существенно преобладают макроэкономические факторы. Для однолетних прогнозов также важную роль играют изменения законодательства и учет разовых факторов. Более полный учет этих факторов может частично объяснить более высокую точность однолетнего прогноза.

– Прогнозы нефтегазовых доходов наиболее чувствительны к следующим макроэкономическим показателям: ВВП, инвестиции, объем импорта, объем экспорта, прибыль прибыльных организаций, фонд заработной платы. Первые четыре показателя тесно связаны при расчете ВВП по расходам, а последние два являются налоговой базой для налога на прибыль и НДФЛ, которые относятся к категории нефтегазовых.

– Одной из причин достаточно большой ошибки официального прогноза нефтегазовых доходов федерального бюджета является низкая точность официальных прогнозов макроэкономических показателей, используемых для прогнозирования доходов.

4. Построение налогового калькулятора для основных нефтегазовых доходов в Российской Федерации

После работ Сметса и Вутерса (2003 г.) [35] и (2007 г.) [36], Адольфсон с соавторами (2007 г.) [37; 38] и многих других авторов такими традиционными показателями для анализа закрытой экономики являются темп роста выпуска, инфляция, процентная ставка, темп роста производительности труда, реальной зарплаты, потребления и инвестиций. А в рамках моделей открытой экономики к ним добавляются еще шесть: экспорт и импорт, реальный обменный курс, мировая инфляция в остальном мире, мировая процентная ставка и темп изменения мирового выпуска. Практический опыт моделирования российской экономики, представленный работами Полбина (2014 г.) [39], Крепцева и Селезнева (2018 г.) [40; 41], Малаховской (2016 г.) [42] и других авторов, в целом следовал этой же традиции с той лишь разницей, что в случае России в моделях отдельно учитывается нефтегазовый сектор. Важно отметить, что в работе Малаховской (2016) [42] было сопоставлено качество прогнозов, полученных на основе модели DSGE и BVAR-модели, где модель DSGE не смогла превзойти BVAR. В этой статье наблюдаемыми переменными, которые использовались для оценки, являлись следующие: потребление, инфляция, внешние доходы от энергоресурсов, внутренняя ставка процента, реальный валютный курс, реальная зарплата, мировой выпуск, мировые инфляция и ставка процента. При этом в данной статье в качестве потребления используются реальные потребительские расходы домохозяйств, а в качестве инфляции – индекс цен производителей. Процентная ставка измеряется на основе ставки по кредитам на межбанковском рынке. В качестве валютного курса использовалась реальная стоимость бивалютной корзины с весами 0,45 для доллара и 0,55 для евро, которые длительное время использовались ЦБ РФ. Соответствующие веса применялись при расчете переменных, отражающих внешний сектор: мировой процентной ставки и мировой инфляции. В другой статье Демешева и Малаховской (2016 г.) [43] макроэкономическое прогнозирование с помощью BVAR строится на основе широкого круга данных, где в качестве переменной, отвечающей за выпуск, выступает индекс промышленного производства, а традиционный набор данных дополняется переменными, отражающими сектор строительства и финансового рынка.

В настоящей работе ядром будет набор данных из следующих 13 переменных по аналогии с традиционными работами.

1. Индекс промышленного производства к предыдущему месяцу в %, выступающий, как и в работе [43], в качестве прокси для внутреннего выпуска.

2. Внутренняя процентная ставка представлена трехмесячной средневзвешенной фактической ставкой по кредитам на межбанковском рынке Москвы (MIACR), которую ежемесячно публикует Центральный банк РФ.

3. С учетом того что цель данного моделирования заключается в налоговом прогнозировании в качестве прокси для доходов домохозяйств сразу выступают поступления в бюджет по НДФЛ, точнее, темп их изменения в процентном выражении. Эта величина объединяет и переменную труда домохозяйств, и уровень зарплаты. Таким образом, одновременно мы можем снизить размерность модели, а с учетом высокой собираемости НДФЛ это не приведет к существенной ошибке. Кроме того, такая замена позволяет не работать в дальнейшем с дополнительной оценкой теневого сегмента, что, в свою очередь, является довольно трудоемкой задачей.

4. Дополнительной переменной, отражающей рынок труда, а также экономической активности, выступает уровень безработицы. Однако проблема этого показателя в России состоит в том, что он не отражает скрытую безработицу, которая начиная с кризиса 2008 г. играет более важную роль в анализе динамики циклов российской экономики. Дополнительный качественный учет скрытой безработицы на ежемесячном (и даже на квартальном) уровне для целей моделирования сегодня невозможен, поэтому далее будем осторожно включать эту переменную в модель. В то же время нужно заметить, что скрытая безработица приводит к большему снижению рентабельности фирм в периоды кризисов, поэтому совместный учет безработицы может быть полезным при моделировании налога на прибыль.

5. В качестве инфляции в отличие от работы [42] будет использоваться индекс потребительских цен к предыдущему месяцу. Это связано с тем, что для целей прогнозирования НДС важнее иметь большую привязку к потребительскому рынку.

6. Учет нефтегазового сектора осуществляется путем включения в перечень переменных среднемесячных цен на нефть марки Brent. Мы предполагаем, что с точки зрения влияния на экономику этот показатель является более релевантным, чем нефтегазовые доходы бюджета, поскольку последние составляют лишь часть вклада нефтегазового сектора в экономику.

7. Как и в работе [42], в качестве валютного курса выступает стоимость бивалютной корзины с такими же весами относительно доллара и евро (0,45 и 0,55 соответственно).

8. Импорт товаров по методологии платежного баланса (процентное изменение к предыдущему месяцу). Выбор в пользу платежного баланса был сделан в связи с тем, что данные таможенной статистики отсутствуют за 2022 г., а в предыдущих периодах разница

не была существенной. В то же время в рамках платежного баланса нам доступны поквартальные данные. Используя их совместно с данными зеркальной внешнеторговой статистики, удалось восстановить ежемесячную динамику объемов импорта товаров за первое полугодие 2022 г.

9. Экспорт товаров по методологии платежного баланса. Этот ряд формировался аналогично предыдущему.

10. Внешняя процентная ставка представляет собой средневзвешенный показатель на основе процентных ставок для США и еврозоны с весами, соответствующими бивалютной корзине. В качестве процентной ставки для США используется трехмесячная средневзвешенная ставка по кредитам на межбанковском рынке США (USIBOR), публикуемая федеральным резервным банком Сент-Луиса, а для еврозоны – трехмесячная средневзвешенная ставка по кредитам на межбанковском рынке Евросоюза (EURIBOR), публикуемая Европейским центробанком. Таким образом, внешняя процентная ставка сопоставима по структуре с внутренней ставкой.

11. Внешняя (мировая) инфляция, включаемая в базу, рассчитывается как средневзвешенный индекс потребительских цен на основе данных США и еврозоны, как и выше, с весами 0,45 и 0,55 соответственно.

12. В качестве прокси для внешнего выпуска выступает индекс промышленного производства по ОЭСР в целом в процентах к предыдущему месяцу.

13. Отдельно обратим внимание, что в качестве внутреннего потребления в этой работе будет выступать оборот розничной торговли. Это связано с тем, что здесь мы хотим сделать одновременно привязку к налогу на добавленную стоимость. Обычно в качестве прокси налоговой базы используется конечное потребление из СНС. Однако в данной работе этот показатель неудобен, во-первых, в связи с квартальной структурой данных, что резко сокращает число точек наблюдения, а во-вторых, что более важно, в связи с тем, что этот показатель несет существенный отпечаток изменения методологий Росстата, которых за рассматриваемый период было три. Таким образом, такой показатель, как конечное потребление, в данном случае может быть источником значительных ошибок. В то же время оборот розничной торговли оказывается гораздо ближе к вмененной налоговой базе и представлен ежемесячными данными, как и данные о поступлениях НДС. В рамках моделирования мы работаем с темпом прироста оборота розничной торговли, скорректированным на сезонность.

Кроме того, в целях прогнозирования налога на прибыль и уточнения прогнозов для налога на добавленную стоимость добавлены следующие данные.

– Помесячный прирост прибыли прибыльных компаний (в млрд руб.). Сами данные изначально представлены накопленным итогом, что, конечно, гораздо больше соответствует механике налога на прибыль. По сути, здесь взяты первые разности с учетом обнулений в январе. Последнее обстоятельство не позволяет формировать темпы прироста непрерывным образом. При этом взятие темпов по отношению уже к месячным приростам в уровнях будет приводить к потере информации.

– Помесячный прирост убытка убыточных компаний (в млрд руб.). Этот ряд формировался аналогично предыдущему.

– Совокупная прибыль до налогообложения (важно иметь в виду, что разница прибыли прибыльных фирм и убытка убыточных фирм не дает величины, сопоставимой с данной переменной).

– Индекс реального объема работ, выполненных в секторе строительства, к предыдущему месяцу. Включение этого показателя в базу имеет, скорее, перспективное значение для будущего моделирования собираемости, поскольку учет и уплата этого налога в строительстве имеют много особенностей и сопряжены с лагами, а льготами, существующими для жилищного строительства, пользуются далеко не все застройщики.

– В качестве дополнительной переменной, отражающей динамику мировой экономики, также рассматривается композитный опережающий индикатор ОЭСР как индекс к предыдущему месяцу, который отражает отклонения экономической активности стран ОЭСР в рамках бизнес-циклов от потенциальных уровней. Этот показатель, имеющий более широкую в смысле сегментов экономики основу расчета, может выступать в качестве альтернативы мирового индекса промышленного производства.

Таким образом, в итоге имеем 18 рядов. Данные были собраны за период с января 2006 г. по июнь 2022 г., таким образом, удалось получить 198 точек наблюдений, что существенно больше того объема, который мог бы быть при работе с квартальными данными, и позволяет формировать более качественные оценки. Все временные ряды были скорректированы на сезонность методом ARIMA-X-12. В рамках этой работы было принято решение не переходить к реальному выражению для процентной ставки и валютного курса для сохранения лучшей связи с динамикой цен на нефть, для которых сложно указать хорошую методику приведения. Кроме того, приведение к реальному выражению величин, связанных с налоговой базой, порой вызывает сложности из-за последующей интерпретации и в основном в связи с налогом на прибыль: во-первых, ввиду наличия отрицательных величин в рядах, во-вторых, в связи с включением в модель убытков, имеющих налоговые последствия в будущем. Соответственно, остальные стоимостные величины также должны быть представлены в номинальном выражении. Поэтому в модели

рассматривается темп прироста для оборота розничной торговли в текущих ценах. Из величин, имеющих реальную природу, сохраняется только индекс промышленного производства для России и мира, а также темп прироста физического объема строительства и сводный индекс. Ниже представлены графики рассматриваемых переменных.

Все переменные были протестированы на предмет наличия единичного корня с помощью основных тестов: расширенного теста Дики – Фуллера, KPSS-теста. Тестирование показало, что, несмотря на работу с процентным приростом рассматриваемых величин, большинство из них нельзя признать стационарными. Согласно тестам в качестве стационарных в слабом смысле могут рассматриваться только такие переменные, как индекс промышленного производства (к предыдущему месяцу), темп изменения оборота розничной торговли (к предыдущему месяцу), темп инфляции (температура ИПЦ) и межбанковская процентная ставка. При этом мировой индекс промышленного производства, мировая инфляция и мировая процентная ставка нестационарны. Это является свидетельством того, что по своей природе процессы, порождающие эти данные, вовсе не обязаны давать стационарные ряды. Стационарность этих переменных в рамках России может быть характерна только для рассматриваемого и на самом деле не очень длинного периода. Поэтому в дальнейшей работе полученные результаты будут использоваться осторожно. Поскольку все ряды отражают приросты, они уже не нуждаются в детрендинге.

Следуя распространенной практике, в частности [43], будем базировать наши расчеты на априорном распределении Миннесоты. В свою очередь, гиперпараметры для этого распределения в базовом варианте устанавливаются на традиционных уровнях, предложенных в работе Ф. Кановы (2007 г.) [44]:

- 1) общая жесткость (overall tightness) выбирается на уровне 0,2;
- 2) гиперпараметр кросс-регуляризации установлен на уровне 0,5;
- 3) лаговый гиперпараметр устанавливаем равным 1;
- 4) гиперпараметр жесткости распределения константы выбираем на уровне 10^5 ;
- 5) число итераций «прожига» устанавливаем 5000;
- 6) число реализаций в рамках метода Монте-Карло устанавливаем 10 000.

Что касается гиперпараметра общей жесткости, то часто в литературе можно встретить и значение 0,1, это соответствует большей уверенности исследователя в априорной вере и снижает вклад данных. В рамках данной работы стоит, скорее, увеличивать этот гиперпараметр, поскольку нет заранее оцененной модели, которая достаточно хорошо может помочь в формировании априорной веры. В связи с этим далее также будет рассматриваться вариант с уровнем общей жесткости, равным 0,4.

С учетом проведенной проверки переменных на стационарность имеет смысл устанавливать априорные AR(1)-коэффициенты на уровне 1 для всех переменных, а исключением разве что могут быть прирост внутреннего индекса промышленного производства и темп изменения оборота розничной торговли. Однако, как было отмечено выше, природа последних величин такова, что они вовсе не обязаны быть стационарными. Поэтому для таких переменных будем устанавливать AR(1)-коэффициенты не ниже 0,9.

В первую очередь стоит рассмотреть наиболее широкую модель, которая включает все перечисленные выше переменные, т.е. все три налога и остальные макрофакторы. Анализ модели удобно осуществлять на основе импульсных откликов переменных на кросс-шоки других переменных. Ниже представлены импульсные отклики для оборота розничной торговли, построенные на основе расширенной модели с гиперпараметрами, рекомендованными Ф. Кановым (*Рис. 2*).

Следует дать несколько комментариев полученным результатам. Прежде всего отклики на шоки многих переменных соответствуют традиционным гипотезам для России. Так, шок валютного курса в сторону ослабления рубля приводит к спаду общих продаж с последующим восстановлением, что должно свидетельствовать о реализации эффекта переноса. Положительный шок цен на нефть оказывает положительное влияние на розничный товарооборот через трансферты. Повышение уровня выпуска также увеличивает потребление на краткосрочном горизонте с последующим затуханием. Влияние внутренней инфляции здесь оказывается крайне слабым, так как сама переменная является номинальной. Интересным результатом является то, что оборот розничной торговли оказывается чувствительным к переменным, отражающим мировую экономику. Так, положительный шок выпуска должен приводить на краткосрочном горизонте к росту розничного товарооборота с последующей уменьшающейся амплитудой колебаний. Одновременно шок мировой инфляции в отличие от внутренней инфляции оказывает отрицательное влияние на внутреннее потребление.

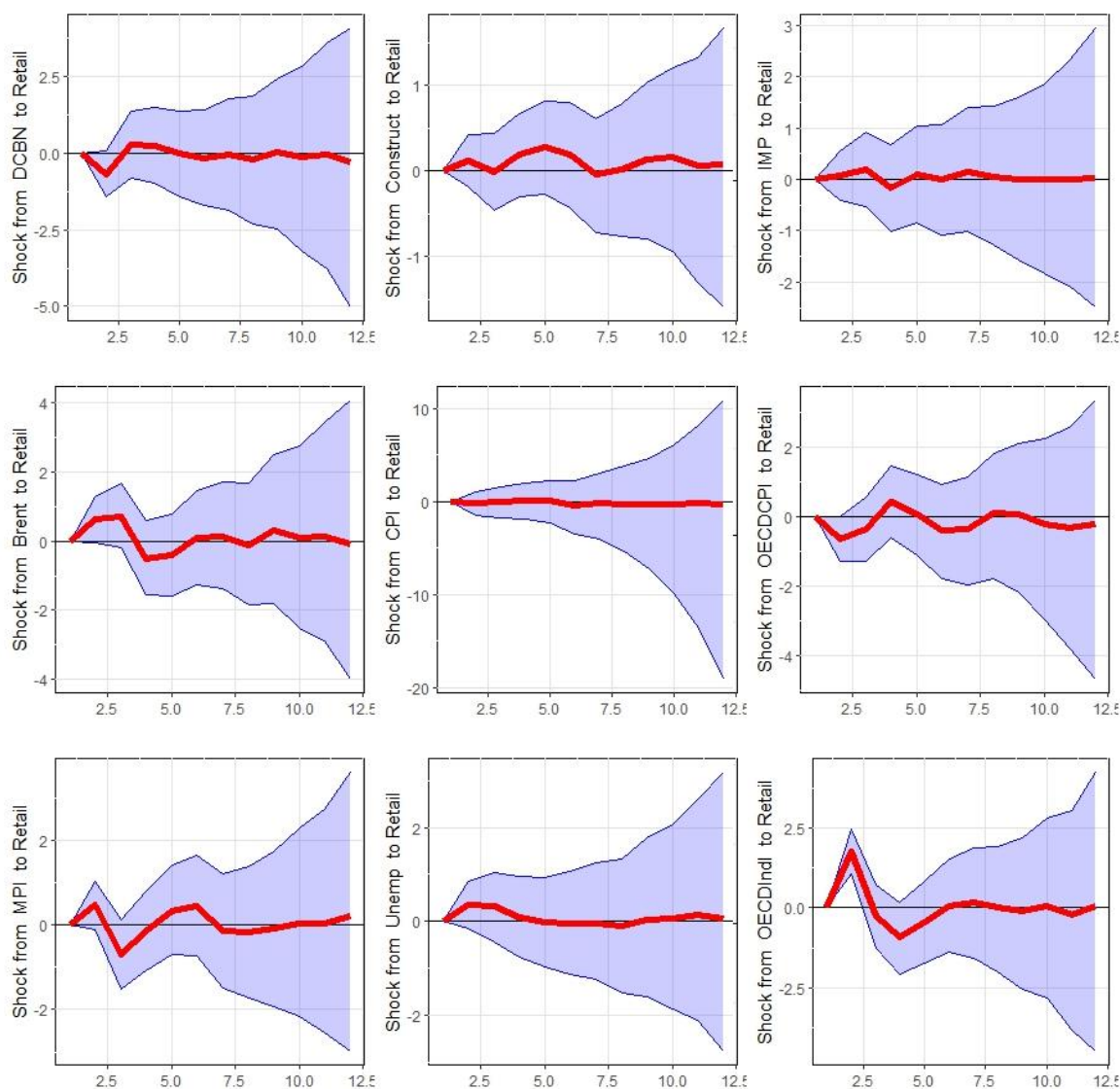


Рис. 2. Импульсные отклики оборота розничной торговли в ответ на шоки основных переменных

Источник: Составлено авторами по данным Росстата, Роскасны, ФНС, ОЭСР, МВФ, ФРС, ЕЦБ, ООН, ВШЭ.

Импульсные отклики косвенно подтверждают мнение о том, что строительный сектор является одним из локомотивов нефтяной части российской экономики. В свою очередь, импорт здесь оказывает слабое влияние на потребление, вероятно, из-за того, что существенная часть ввозимых товаров до 2022 г. была представлена промежуточной продукцией. В то же время контринтуитивным является то, что повышение безработицы приводит к росту объемов продаж. Кроме того, для ряда переменных мы наблюдаем взрывной рост длины доверительных интервалов, притом что среднее значение отклика имеет сравнительно небольшую вариацию (можно предположить, что переменные хорошо реагируют только на свои собственные лаги и ограниченно – на лаги других переменных). И здесь нужно отметить, что усиление чувствительности путем увеличения двух первых гиперпараметров не приводит к значимым улучшениям.

Проблема налога на прибыль состоит в том, что ежемесячные данные можно пока рассматривать только в уровнях, что связано с тем, что этот показатель не только не является непрерывным, характеризуясь регулярным обнулением ряда в начале года, но и довольно изменчив по знаку, что следует из механики налога. Это существенно ухудшает картину в части откликов и, следовательно, в части прогнозов – в частности, масштаб доверительных интервалов и там и там велик и довольно быстро растет. Однако некоторые содержательные результаты получить удастся (*Рис. 3*).

Налог на прибыль слабо реагирует на колебания цен на нефть и курса валют. Импульсные отклики, построенные на основе модели с прибылью прибыльных и убытком убыточных компаний в качестве основных переменных (вместо самого налога на прибыль), показали, что данный эффект связан с несимметричностью воздействия цен на нефть. Так, прибыль прибыльных компаний почти не реагирует на нефтяные шоки. В свою очередь, убыток убыточных компаний снижается при положительном шоке цен на нефть. Исходя из этого можно предположить, что на общую картину налога на прибыль шок цен на нефть не оказывает влияния из-за переноса убытков, который абсорбирует этот эффект. Слабость влияния курса валют связана с практикой хеджирования валютных рисков в рамках внешнеторговых операций, а также с переносом дополнительных затрат на конечного потребителя. В то же время увеличение производства приводит к снижению налогооблагаемой прибыли на близком горизонте с последующим ее ростом, что соответствует экономическим предпосылкам, поскольку в такие моменты возникают затраты на привлечение дополнительных ресурсов, и между получением выручки и понесенными затратами возникает лаг.

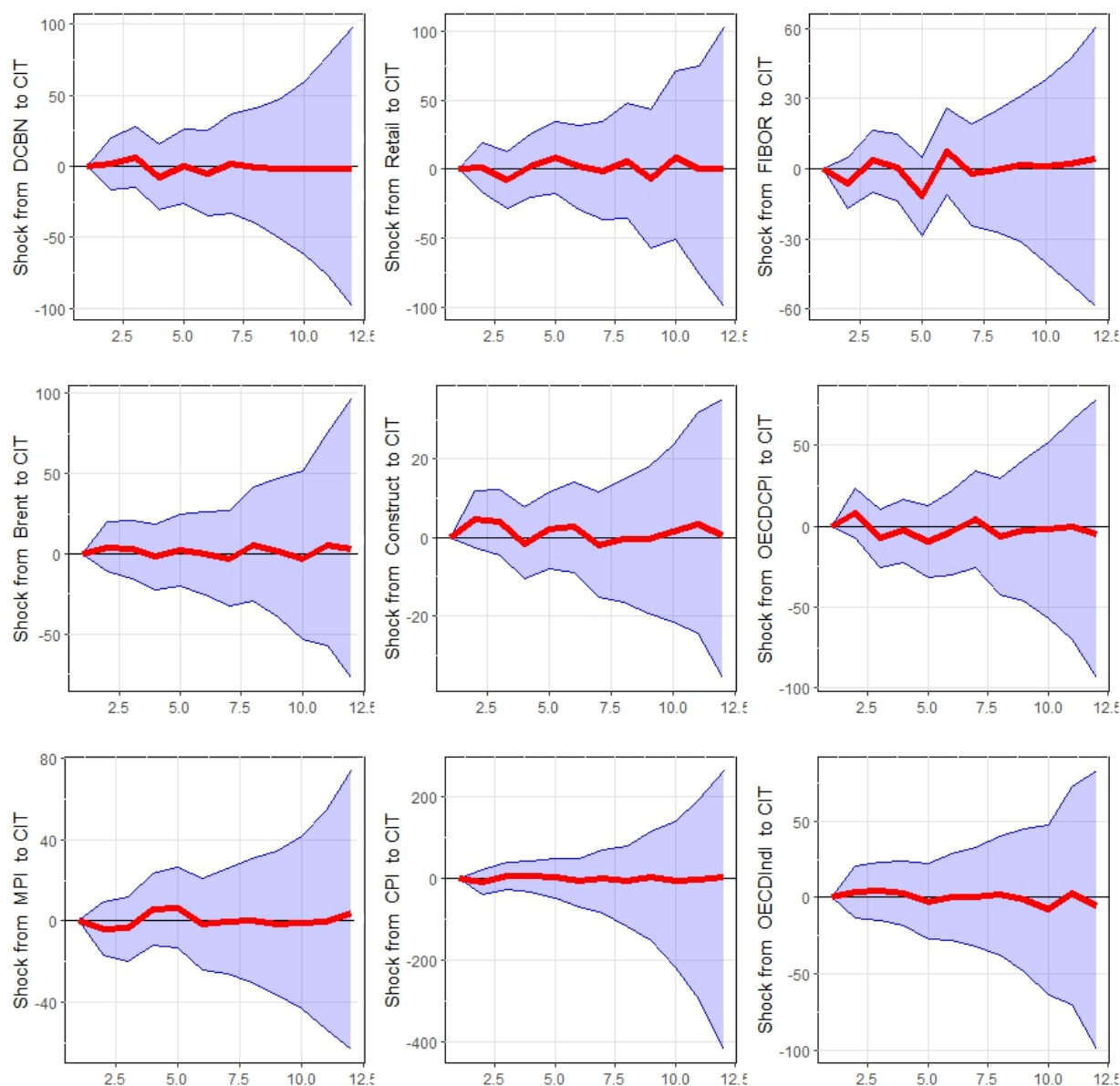


Рис. 3. Импульсные отклики налога на прибыль в ответ на шоки основных переменных

Источник: Составлено авторами по данным Росстата, Росказны, ФНС, ОЭСР, МВФ, ФРС, ЕЦБ, ООН, ВШЭ.

Интересно, что налог на прибыль оказывается чувствительным к мировым переменным. Так, он активно реагирует на мировую процентную ставку, что может быть свидетельством активного иностранного финансирования деятельности российских компаний. Анализ на основе разделения прибыльных и неприбыльных компаний (исходя из дополнительных моделей) показывает, что отрицательное влияние от роста мировой ставки в первую очередь сказывается через увеличение убытка убыточных компаний. Это обстоятельство стоит иметь в виду в контексте введенных в 2022 г. санкций. Одновременно в среднесрочной перспективе повышение мировой инфляции оказывает отрицательное влияние и на прибыль российских компаний.

Импульсные отклики для НДФЛ (Рис 4) оказываются похожими на импульсные отклики оборота розничной торговли, что естественно, если учесть макроэкономическую связь двух баз в рамках блока домохозяйств. Контринтуитивным здесь является лишь то, что наблюдается отрицательный отклик НДФЛ на положительный шок продаж (иначе говоря, потребления). Уже не удивляет, что и в рамках этого налога наблюдается заметная чувствительность к внешним величинам, в первую очередь к мировому выпуску, которая довольно велика по масштабу при довольно хорошем по качеству доверительном интервале.

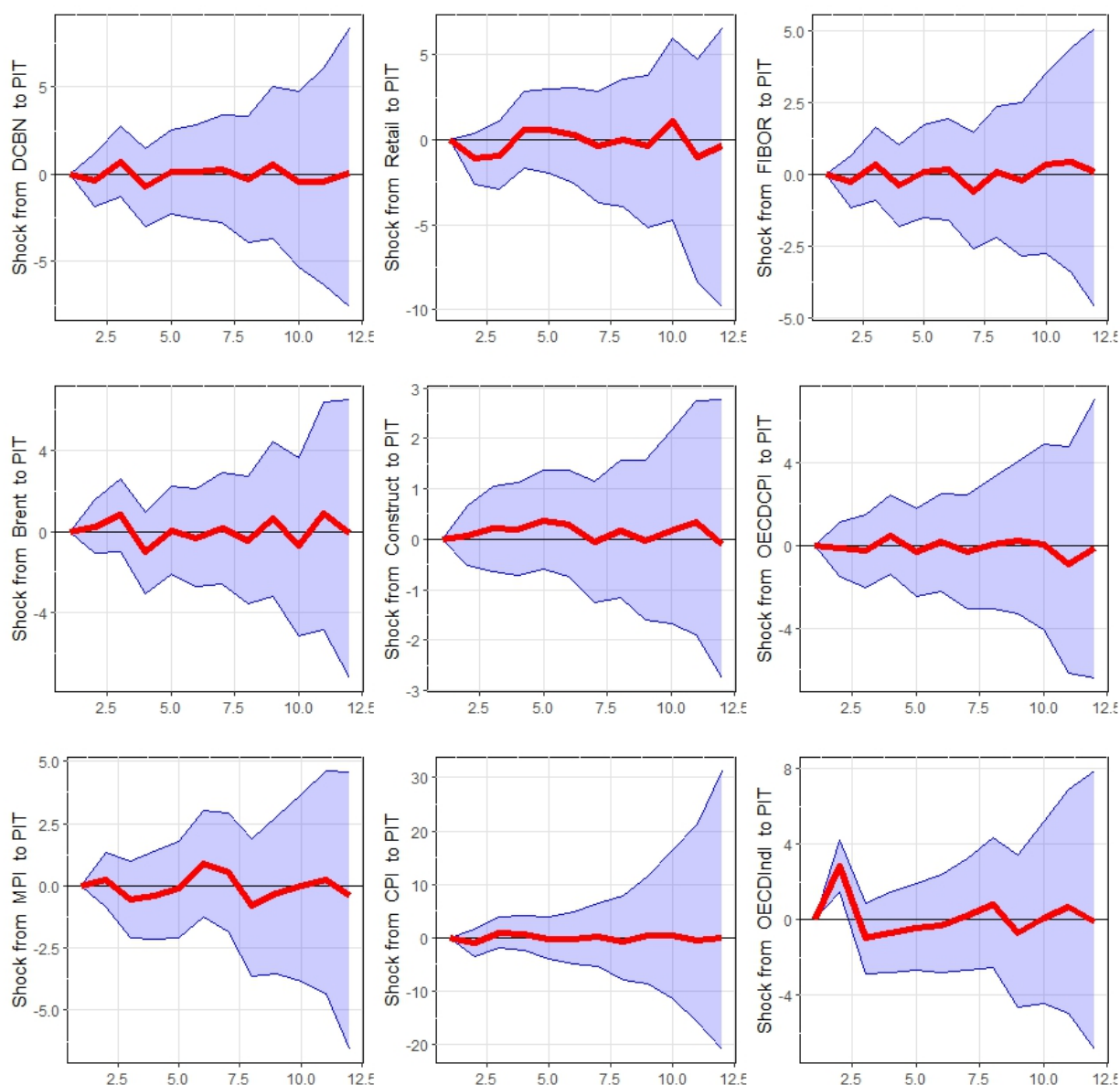


Рис 4. Импульсные отклики налога на доходы физических лиц в ответ на шоки основных переменных

Источник: Составлено авторами по данным Росстата, Росказны, ФНС, ОЭСР, МВФ, ФРС, ЕЦБ, ООН, ВШЭ.

Следует отметить, что в части прогнозов построенные модели дают приемлемые результаты пока только для налога на добавленную стоимость, и то при понимании того, какие корректировки следует вносить при работе с прогнозом оборота розничной торговли. В части других налогов рост масштаба доверительных интервалов прогнозов имел взрывной характер, так что анализ точности на основе традиционных мер был неэффективным. Таким образом, работа по разработке налогового калькулятора должна быть продолжена. В частности, следующими шагами должны быть:

- применение сопряженного распределения Уишарта в качестве априорного для отхода от проблемы фиксированной ковариационной матрицы ошибок;
- применение структурных ограничений на модель, для чего стоит попутно рассматривать модель DSGE с фискальным сектором;
- проведение анализа чувствительности к гиперпараметрам;
- включение в анализ смены режимов для учета санкций и особых периодов, таких как локдаун, связанный с COVID-19.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт налогового прогнозирования регуляторов и институтов в большинстве стран позволяет выделить **пять** групп моделей:

- 1) макроэкономические модели общего равновесия;
- 2) полуструктурные модели на основе временных рядов;
- 3) неструктурные модели на базе временных рядов;
- 4) микросимуляционные и отраслевые модели;
- 5) вспомогательные модели прогнозирования отдельных эффектов.

Важную часть современного подхода составляют макромоделли общего равновесия (DSGE, CGE и т.д.) в связи с их принципом микрообоснованности и возможностью продемонстрировать причинно-следственные эффекты. Такие прогнозы, позволяющие проследить экономически обоснованный механизм, обладают большой ценностью. В то же время построение таких моделей занимает время, а достижение хороших прогнозов является результатом трудоемкого процесса доработки таких моделей. Однако эти модели позволяют учесть проблемы и эффекты, которые влияют на генерацию налоговых доходов бюджета. Среди них можно выделить: гетерогенность агентов и их гранулярность, возможности налоговой оптимизации, в том числе на международном уровне, проблемы уклонения, взаимное влияние решений частного и государственного секторов, налоговую конкуренцию и многие другие.

Также в работе были рассмотрены основные модели неструктурного макроэкономического прогнозирования. В условиях, когда наблюдается недостаток современных теоретических макроэкономических моделей, пригодных для эмпирической оценки, особенно для развивающихся стран, неструктурные эмпирические модели являются одной из лучших альтернатив, в том числе и для налогового прогнозирования. С помощью этих методов можно прогнозировать показатели налоговой базы и эффективных ставок налога, а далее рассчитывать прогнозные налоговые поступления.

Базовой неструктурной моделью является одномерная интегрированная авторегрессионная модель временных рядов со скользящим средним ARIMA. Преимущества такой модели: гибкая форма, компактность. Основные недостатки: не учитывает взаимосвязь различных показателей, невозможно сценарное прогнозирование. Часто используется как бенчмарк для оценки качества других неструктурных моделей прогнозирования.

Развитием моделей ARIMA является векторное авторегрессионное моделирование VAR. Они решают основную проблему моделей ARIMA – позволяют учитывать взаимосвязи между исследуемыми показателями, строить сценарные прогнозы. Кроме того,

структурные VAR позволяют оценивать эффекты экономической политики. Ключевым недостатком являются так называемое «проклятие размерности» и физическая невозможность оценивать VAR модели с большим количеством экономических рядов.

Первое возможное решение этой проблемы – сокращение пространства исследуемых показателей с помощью метода главных компонент в рамках динамических факторных моделей DFM. Однако модели DFM также создают ряд проблем: потеря информации из-за стандартизации данных, сложность экономической интерпретации факторов, ограниченность анализа импульсных откликов.

Второй подход к решению проблемы «проклятия размерности», основанный на сокращении пространства оцениваемых параметров, – байесовские VAR (BVAR) модели – лишен этих недостатков. Однако и BVAR-подход не является универсальным – в рамках таких моделей нет возможности учесть изменчивость параметров во времени.

В связи с этим развивается направление неструктурных моделей прогнозирования с изменяющимися во времени параметрами. Если у параметров есть несколько состояний (например, в зависимости от фазы экономического цикла или режима экономической политики), используют модели марковского переключения: MS-ARIMA, MS-VAR. Если же параметры могут меняться в каждый момент времени, используют модели с меняющимися во времени параметрами: TVP-VAR, TVP-DFM.

Современные неструктурные модели прогнозирования являются гибридами различных неструктурных моделей. Они объединяют преимущества и лишены недостатков базовых моделей. Однако за это приходится платить вычислительной сложностью и неопределенностью при прогнозировании. Гибридом моделей VAR и факторного анализа является модель FAVAR. При учете меняющихся во времени параметров рассматривается TVP-FAVAR, которая также может быть оценена с помощью байесовских методов.

В части анализа мирового опыта можно заключить, что имеет место тенденция использования портфеля моделей для налогового прогнозирования. Это позволяет повысить надежность результатов и учесть те риски (те аспекты неопределенности), которые могут отклонять фактические доходы бюджета от запланированных. Наиболее показательная в этом плане практика США и ЕС. Так ЕЦБ использует достаточно разнообразный портфель моделей, выделяя основные и вспомогательные модели, позволяющие увеличить точность отдельных блоков, включая бюджетно-налоговый. Кроме того, ЕЦБ использует итерационный процесс формирования прогнозов, сопрягая разные модели для одной цели. В практике США сильны позиции макроэкономических моделей общего равновесия, предполагающих разный горизонт анализа. Кроме того, в практике США наиболее часто встречается подробное прописывание бюджетно-

налогового блока. В Новой Зеландии основой прогнозирования является CGE-модель, что роднит ее с практикой Великобритании.

В результате анализа официальных прогнозов нефтегазовых доходов федерального бюджета и их чувствительности к динамике макроэкономических показателей были получены следующие основные выводы.

- Рассматриваемые прогнозы являются достаточно консервативными т.е. прогнозируемые доходы оказываются ниже фактических значений. Причем чем больше горизонт планирования, тем более консервативным оказывается прогноз. Это также обуславливает достаточно высокий уровень ошибки рассматриваемых прогнозов. Эти выводы верны и в разрезе основных типов нефтегазовых доходов.

- В формировании двухлетних и трехлетних прогнозов существенно преобладают макроэкономические факторы. Для однолетних прогнозов также важную роль играют изменения законодательства и учет разовых факторов. Более полный учет этих факторов может частично объяснить более высокую точность однолетнего прогноза;

- Прогнозы нефтегазовых доходов наиболее чувствительны к следующим макроэкономическим показателям: ВВП, инвестиции, объем импорта, объем экспорта, прибыль прибыльных организаций, фонд заработной платы. Первые четыре показателя тесно связаны при расчете ВВП по расходам, а последние два являются налоговой базой для налога на прибыль и НДФЛ, которые относятся к категории нефтегазовых.

- Одной из причин достаточно большой ошибки официального прогноза нефтегазовых доходов федерального бюджета является низкая точность официальных прогнозов макроэкономических показателей, используемых для прогнозирования доходов.

Моделирование налоговых поступлений на основе BVAR дало противоречивые результаты. С одной стороны, были показаны перекрестные эффекты основных макропеременных на налоговые поступления и на прокси налоговой базы. Как показал анализ импульсных откликов, во многих случаях они соответствовали теоретическим представлениям. Особенно интересным результатом стала заметная связь налоговых баз с переменными, отражающими состояние мировой экономики. В ряде случаев отклики на шоки этих переменных были сильнее, чем на шоки внутренних. Важным результатом является и то, что налоговые доходы нефтегазового сектора оказываются чувствительны к состоянию нефтяного рынка. Это может быть определенным симптомом ресурсной зависимости российской экономики.

В части прогнозов построенные модели дают приемлемые результаты пока только для налога на добавленную стоимость, и то при понимании того, какие корректировки

следует вносить при работе с прогнозом оборота розничной торговли. В части других налогов рост масштаба доверительных интервалов прогнозов имел взрывной характер, так что анализ точности на основе традиционных мер был неэффективным. Таким образом, работа по разработке налогового калькулятора должна быть продолжена. В частности, следующими шагами должны быть:

- применение сопряженного распределения Уишарта в качестве априорного для отхода от проблемы фиксированной ковариационной матрицы ошибок;
- применение структурных ограничений на модель, для чего стоит попутно рассматривать модель DSGE с фискальным сектором;
- проведение анализа чувствительности к гиперпараметрам;
- включение в анализ смены режимов для учета санкций и особых периодов, таких как локдаун, связанный с COVID-19.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Auerbach A.J., Grinberg I., Barthold T., Bull N., Elkins W.G., Moomau P., Moore R., Page B., Pecoraro B., Pomerleau K.* Macroeconomic Modeling of Tax Policy: A Comparison of Current Methodologies // *National Tax Journal*. Dec. 2017. Vol. 70. No. 4. P. 819–836.
2. *Leal T et al.* Fiscal forecasting. Lessons from the literature and challenges. European Central Bank, Frankfurt am Main Working Paper 843, 2007.
3. *Salgado S.I.* Investment Dynamics in a DSGE Model with Heterogeneous Firms and Corporate Taxation. Central Bank of Chile, Santiago, Chile. Working Paper 638, 2011.
4. *Stork Z.* A DSGE model of the Czech economy: a Ministry of Finance approach. Czech Ministry of Finance, Prague, EcoMod Study 3007, 2011.
5. *Ambrisko R.* Fiscal Devaluation in a Small Open Economy // *Russian Journal of Money and Finance*. March 2019. Vol. 78. No. 1, P. 67–88.
6. *Nemec D., Kotlánová E., Kotlán I., Machová Z.* Corruption, Taxation and the Impact on the Shadow Economy // *Economies*, MDPI. Feb. 2021. Vol. 9. No. 18. P. 1–16.
7. *Gomes P., Pouget F.* Corporate Tax Competition and the Decline of Public Investment. European Central Bank, Frankfurt am Main, Germany. Working Paper 928, 2008.
8. *Nelson C.R.* The prediction performance of the FRB-MIT-PENN model of the US economy. *American Economic Review*. 1972. Vol. 62. No. 5. P. 902–917.
9. *Box GEP and Jenkins G.M.* Time series analysis, forecasting and control. San Francisco, CA: Holden-Day, 1970.
10. *Sargent T.J., Sims C.A.* Business cycle modelling without pretending to have too much a priori economic theory. Federal Reserve Bank of Minneapolis, Minneapolis, MN, New methods in business cycle research: Proceedings from a conference, 1977. P. 45–109
11. *Sims C.A.* Macroeconomics and reality // *Econometrica*. 1980. Vol. 48. No. 1. P. 1–48.
12. *Geweke J.* The dynamic factor analysis of economic time series // *Latent variables in socio-economic models* / Ed. by D.J. Aigner, A.S. Goldberger. Amsterdam: North-Holland, 1977.
13. *Пестова А., Мамонов М.* Обзор методов макроэкономического прогнозирования: в поисках перспективных направлений для России // *Вопросы экономики*. 2016. № 6, С. 1–32.

14. *Stock J.H., Watson M.W.* Factor models and structural vector autoregressions in macroeconomics // Handbook of Macroeconomics. 2016. Vol. 2 / Ed. by J.B. Taylor, H. Elsevier Uhlig.
15. *Полбин А.В.* Эконометрическая оценка структурной макроэкономической модели российской экономики // Прикладная эконометрика. 2014. Т. 1. № 33. С. 3–29.
16. *Doan T., Litterman R., Sims C.A.* Forecasting and conditional projection using realistic prior distributions // Econometric Reviews. 1984. Vol. 3. No. 1. P. 1–100.
17. *Kadiyala K.R., Karlsson S.* Numerical methods for estimation and inference in Bayesian VAR models // Journal of Applied Econometrics. 1997. No. 12. P. 99–132.
18. *Blake A., Mumtaz H.* Applied Bayesian econometrics for central bankers. Centre for Central Banking Studies, Bank of England, Technical Handbook, 4, 2012.
19. *Banbura M., Giannone D., Reichlin L.* Large Bayesian vector autoregressions // Journal of Applied Econometrics. 2010. Vol. 25. No. 1. P. 71–92.
20. *Carriero A., Clark T.E., Marcellino M.* Bayesian VARs: Specification choices and forecast accuracy // Journal of Applied Econometrics. 2013. Vol. 1. No. 30. P. 46–73.
21. *Demeshev B., Malakhovskaya O.* Forecasting Russian macroeconomic indicators with BVAR. National Research University Higher School of Economics, Working paper, Series WP BRP ‘Basic research program’, 2015.
22. *Hamilton J.D.* A new approach to the economic analysis of nonstationary timeseries and the business cycle // Econometrica. 1989. Vol. 57. No. 2. P. 357–384.
23. *Krolzig H.* Markov-switching vector autoregressions: Modelling, statistical inference, and application to business cycle analysis. Berlin: Springer, 1997.
24. *Del Negro M., Otrok C.* Dynamic factor models with time-varying parameters: Measuring changes in international business cycles. Federal Reserve Bank of New York, New York, Staff Report 326, 2008.
25. *Bernanke B.S., Boivin J., Elias P.* Measuring the effects of monetary policy: A factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach // Quarterly Journal of Economics. 2005. Vol. 120. No. 1. P. 387–422.
26. *Eickmeier S et al.* Classical time-varying FAVAR models – Estimation, forecasting and structural analysis. CEPR Discussion Papers 8321, 2011.
27. *Amir-Ahmadi P., Matthes C., Wang M.C.* Choosing prior hyperparameters: with applications to time-varying parameter models // Journal of Business and Economic Statistics. 2020. Vol. 38. No. 1. P. 124–136.

28. *Prüser J., Schlösser A.* The effects of economic policy uncertainty on European economies: evidence from a TVP-FAVAR // *Empirical Economics*. 2020. Vol. 58. No. 6. P. 2889–2910.
29. *Favero C.A., Marcellino M.* Modelling and Forecasting Fiscal Variables for the Euro Area // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 2005. Vol. 67. No. 1. P. 755–783.
30. *Smets F.* Main advances in macro modelling for monetary policy preparation at the ECB," Bank for International Settlements, Basle, Seventh BIS Research Network Meeting, 2018.
31. European Central Bank. A guide to the Eurosystem/ECB staff macroeconomic projection exercises. European Central Bank, Frankfurt am Main, Germany, Guide, 2016.
32. *Christoffel K. et al.* Forecasting with DSGE Models. European Central Bank, Frankfurt am Main, Germany. Working Paper 1185, 2010.
33. *Szeto K.L.* A dynamic computable general equilibrium (CGE) model of the New Zealand economy. New Zealand Treasury, Treasury Working Paper Series 02/07, 2002.
34. *Ramey V.A.* Ten Years after the Financial Crisis: What Have We Learned from the Renaissance in Fiscal Research? // *Journal of Economic Perspectives*. 2019. Vol. 33. No. 2. P. 89–114.
35. *Smets F., Wouters R.* An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area // *Journal of the European Economic Association*. September 2003. Vol. 1. No. 5. P. 1123–1175.
36. *Smets F., Wouters R.* Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach // *American Economic Review*. June 2007. Vol. 97. No. 3. P. 586–606.
37. *Adolfson M., Laseen S., Linde J., Villani M.* Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-through // *Journal of International Economics*. 2007. Vol. 72. No. 2. P. 481–511.
38. *Adolfson M., Lindé J., Villani M.* Forecasting Performance of an Open Economy DSGE Model // *Econometric Reviews*. 2007. Vol. 26. No. 2–4. P. 289–328.
39. *Полбин А.В., Дробышевский С.М.* Построение динамической стохастической модели общего равновесия для российской экономики. М.: Изд-во Ин-та Гайдара, 2014.
40. *Крепцев Д., Селезнев С.* DSGE-модели российской экономики с малым количеством уравнений. Москва, Банк России. Доклад (Working Paper) 12, 2016.
41. *Крепцев Д., Селезнев С.* Прогнозирование российской экономики с использованием DSGE-моделей с малым количеством уравнений // *Деньги и кредит*. 2018. Vol. 77. No. 2. P. 51–67.

42. Малаховская О.А. Использование моделей DSGE для прогнозирования: есть ли перспектива? // Вопросы экономики. 2016. № 12. С. 129–146.
43. Демешев Б.Б., Малаховская О.А. Макроэкономическое прогнозирование с помощью BVAR Литтермана // Экономический журнал ВШЭ. 2016. Т. 20. № 4. С. 691–710.
44. Canova F. Methods for Applied Macroeconomic Research. Princeton University Press, 2007. 512 P.